ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

" Diseño de un Túnel para Lavado Exterior de los Cilindros GLP 15 KG"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Johnny Ernesto Espinoza Tello

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

A G R A D E C I M I E N T O

A Dios en primer lugar, al Ing. Ernesto Martínez. Director de Tesis, por su invaluable ayuda y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo.

D E D I C A T O R I A

A mis padres, Víctor y Edith, por haberme dado la vida, por su apoyo durante mis estudios.

A mi tío Agustín por su ayuda incondicional.

A mi abuelita y mis hermanos que son razón de superación.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Duque
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Helguero
VOCAL

Ing. Eduardo Orces
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Johnny Ernesto Espinoza Tello

RESUMEN

La presente tesis de grado presenta el diseño de un túnel para realizar la limpieza exterior de los cilindros para GLP de 15 Kg con diferentes etapas de lavado.

La línea de llenado de los cilindros GLP de la empresa C.E.M. LOJAGAS instalada en 1991 su planta envasadora ubicada en la ciudad de Catamayo cumplía con la norma UNIT-ISO 9001 vigente a la fecha de instalación. Actualmente la norma UNIT-ISO 9001 a sido modificada de tal manera que incluye como parte del mantenimiento de los cilindros de GLP el lavado de estos, por lo cual se requiere la instalación y operación de un equipo de lavado con la finalidad de mejorar el aspecto de los envases de GLP y poder cumplir con la norma establecida lo cual es motivo para la realización de este proyecto.

El presente diseño se basara en lavadoras similares tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas gaseosas, lavadoras de vehículos, lavadora de Bidones 20 lts para agua. Por lo cual se debería realizar ciertas visitas a industrias que tengan estos equipos y con estas observaciones se establecerá el modelo y con los parámetros requeridos se procederá al diseño definitivo. Por lo que después de analizar diferentes alternativas se

decide a construirla localmente para la cual he sido contratado para realizar el diseño de este equipo; donde se aplicara de manera practica los conocimientos adquiridos en las diversas ramas de la ingeniería mecánica y en combinación con otros métodos para resolver un problema dentro de la industria nos va permitir obtener resultados beneficiosos así obteniendo un plan de trabajo para el desarrollo del diseño y posteriormente llevar a cabo la construcción del sistema de lavado con sus diferentes procesos para obtener los niveles de conformidad que se requiere y de esta manera halla una satisfacción total de los clientes al tener este tipo de equipo dentro de la planta envasadora que permita quitar la suciedad soluble en el exterior de los cilindros.

Al final del presente proyecto se entregara los planos de construcción, cronograma de ejecución y los costos. Permitiendo de esta forma establecer la diferencia de precios entre el equipo diseñado dentro del país con los sistemas de lavados que cumplan con nuestro propósito que se encuentran en el exterior. Conjuntamente a lo anterior obtener una maquina de fácil operación, fácil mantenimiento y con partes que se adquieran en el mercado local.

INDICE GENERAL

Pág.
RESUMEN.....II
INDICE GENERAL.....III
ABREVIATURAS.....IV
SISMOLOGÍA.....V
INDICE DE FIGURAS.....VI
INDICEDE TABLAS.....VII
INDICE DE PLANOS.....VIII
ANTECEDENTES.....1

CAPITULO 1

1. PLANTA DE ENVASADO.....3
1.1 Descripción del proceso de envasado.....6
1.2. Parámetros importantes que se deben considerar en la planta de

envasado.....13
1.3. Definición del problema.....19

CAPITULO 2

2. PROCESO DE LAVADO DE CILINDROS 22
2.1. Lavado manual.....22
2.2 Lavado mecánico 23
2.3 Alternativas de solución.....24
2.3.1. Adquisición de equipo de avado.....24
2.3.2. Diseñar y construir equipo.....28
2.3.2.1. Sistema de lavado con cepillo.....29
2.3.2.2. Sistema de lavado en túnel con agua caliente.....32

CAPITULO 3

3. DISEÑO DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS 36
3.1. Diseño de forma.....36

3.2. Dimensionamiento del
túnel.....39
3.3. Diseño proceso de
lavado.....101
3.4. Diseño proceso de
enjuague.....119
3.5. Diseño proceso de secado
.....125

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE
COSTOS.....133

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.....141

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATEX	Atmósferas Explosivas
CEM	Compañía de Economía Mixta
CFM	Pie cubico por minuto
cm	Centímetro
cm^2	Centímetro cuadrado
EN	Norma Europea
fpm	Pie por minuto
ft	pie
GLP	Gas licuado de petróleo
GPM	Galones por minuto
HE	European wide flange beams
HP	Caballo de fuerza
H2O	Agua
IEC	Comisión de Electrotecnia Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
Kg	Kilogramo
KN	Kilonewton
LRFD	Diseño Factor de Carga y Resistencia
m	Metro
Mpa	Mega pascal
N	Newton
NFPA	
NEC	Código Eléctrico Nacional
psi	Libras por pulgadas cuadrada
RPM	Revoluciones por minutos
SAE	Society Automotive Engineers
Seg	Segundos
SMAW	Submerged are Welding
UPN	European standard channels

SIMBOLOGÍA

a	Mínimo tamaño del filete de Soldadura
Aef	Área efectiva
CV	Carga viva
C	Distancia entre centros
d	diámetro
E	Modulo de elasticidad
FE	Fuerza del metal de soldadura
Fw	Fuerza nominal
fs	Factor de servicio
ftp	factor de corrección
f	Perdidas por fricción
hd	Carga dinámica
I	Momento de inercia de masa
K	Factores de modificación
L	Longitud
Mu	Máximo momento
n	Factor de seguridad
Rn	Resistencia de diseño de la soldadura
R	Relación de velocidades
S	Resistencia
SP	Perdida presión estática
tf	Espesor del ala
t	Tiempo
T	Torque
VP	Perdida de presión dinámica
V	Velocidad
Vu	Máxima fuerza cortante
Φ	Factor de resistencia
ω	Velocidad angular
α	Aceleración angular
θ	Arco de contacto
ρ	Radio de giro
σ	Esfuerzo normal
ζ	Esfuerzo cortante
Δ	Máxima deflexión vertical

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Tanques Estacionarios....4
Figura 1.2 Esquema de Planta de Envasado 6
Figura 1.3 Bombas para el trasiego del GLP 8
Figura 1.4 Balanzas semiautomáticas....11
Figura 1.5 Diagrama de Flujo del Proceso de la Planta envasadora 12
Figura 1.6 Modelo de un Sistema de Gestión de Calidad Basada en Procesos....20
Figura 2.1 Maquina Lavadora para Cilindros GLP 26
Figura 2.2 Sistema de Lavado 27
Figura 2.3 Esquema de una Maquina Lavadora con cepillos....30
Figura 2.4 Esquema de un Túnel para Lavado de cilindros GLP....34
Figura 3.1 Diseño de Forma del túnel para lavado de Cilindros 37
Figura 3.2 Diagramas de tiempo de la Etapas de Lavado 41
Figura 3.3 Dimensionamiento del Cilindro GLP....43
Figura 3.4 Diagrama de Momento....48
Figura 3.5 Diagrama de Momento del Perfil 50
Figura 3.6 Diagrama de Cortante....51
Figura 3.7 Diagrama de Cortante para el peso Total....51
Figura 3.8 Diagrama de Cortante para la Carga de Servicio....52
Figura 3.9 Diagrama de Puntos X,Y en los Pórticos....54
Figura 3.10 Determinación de las Reacciones....55
Figura 3.11 Barra de Menú y Herramientas....56
Figura 3.12 Cuadro de Secuencia de Comandos 57
Figura 3.13 Cuadro de Modelos para Diseñar 58
Figura 3.14 Pórtico Tridimensional de la estructura del Transportador Aéreo para ser Analizado con el Programa Sap 2000....58
Figura 3.15 Recuadro de Restricciones....59
Figura 3.16 Datos del Acero Estructural A36....60
Figura 3.17 Selección del Perfil UPN140 para la Viga del Pórtico....61
Figura 3.18 Selección de la Sección UPN140 y UPN80 para las Vigas y Columnas de los Pórticos....61
Figura 3.19 Secciones Asignadas al Modelo Estructural....62
Figura 3.20 Modelo Tridimensional del Pórtico con las Cargas Aplicadas....63
Figura 3.21 Cuadro del Análisis Completo....64
Figura 3.22 Diseño del Pórtico....65
Figura 3.23 Sistema Cadena -Trolley 69

Figura 3.24 Discos en las Esquinas del Transportador Aéreo.....71
Figura 3.25 Inercias en el Sistema de Rotación 74
Figura 3.26 Elementos del Transportador Aéreo.....75
Figura 3.27 Ubicación de los Rociadores.....106
Figura 3.28 Esquema del Sistema de Lavado.....107
Figura 3.29 Esquema de Ramales de Tuberías Vista Frontal.....110
Figura 3.30 Isométrico de Tuberías del Sistema de Lavado.....110
Figura 3.31 Esquema de la Parte Superior de las Tuberías 111
Figura 3.32 Isométrico de Tuberías del Sistema de Enjuague.....120
Figura 3.33 Ducto de Ventilación en la Sección de Secado.....126

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1 Característica del Tanque Estacionario.....5
Tabla 2.1 Matriz de Decisión para selección de Mejor Alternativa..... .35
Tabla 3.1 Porcentaje para Cargas de Impacto.....47
Tabla 3.2 Medidas de Cadena y Trolley 69
Tabla 3.3 Medidas del Engrane 70
Tabla 3.4 Factores de Seguridad para Diferentes Materiales.....90
Tabla 3.5 Densidades Normalmente Aceptadas.....103
Tabla 3.6 Ángulos de Boquillas para Diámetro Mínimo del Tanque 103
Tabla 3.7 Numero de Boquillas para la Superficie Cilíndrica 104
Tabla 3.8 Numero de Boquillas para la Parte Superior del Tanque 104
Tabla 3.9 Distancias entre Boquillas 105
Tabla 4.1 Análisis de Costos.....

INDICE DE PLANOS

Plano 1 Partes del Equipo de Lavado
Plano 2 Estructura para el Transportador Aéreo
Plano 3 Engrane para el Transportador Aéreo
Plano 4 Árbol para la Transmisión a la Salida del Motorreductor
Plano 5 Árbol para el Engrane del Transportador Aéreo
Plano 6 Árbol para la Transmisión en las Ruedas del Transportador Aéreo
Plano 7 Rueda para las Esquinas del Transportador Aéreo
Plano 8 Isométrico de Tuberías del Sistema de Lavado
Plano 9 Isométrico de Tuberías del Sistema de Prelavado
Plano 10 Isométrico de Tuberías del Sistema de Enjuague
Plano 11 Reservorio de Agua para Sistema de Lavado
Plano 12 Reservorio de Agua para Sistema de Enjuague
Plano 13 Conducto de Aire para el Secado de Cilindros

ANTECEDENTES

El gas Licuado de Petróleo es la principal fuente de energía de la mayoría de hogares en nuestro país; aunque es utilizado principalmente en cocinas y hornos también es utilizado en menos proporción para la iluminación, termas y últimamente se esta utilizando como combustible para los vehículos motorizados; por lo cual la industria del GLP esta entrando en un crecimiento por el aumento de la población. Por tal razón se esta incrementando la producción en las diferentes plantas envasadoras que se encuentran en nuestro país. Motivo por el cual se busca la modernización y sistematización en el proceso de envasado (sistema de llenado, mantenimiento y despacho) realizando cambio de sistemas y equipos empleados en el envasado.

Actualmente los cilindros que están siendo envasados son de 15 y 45 kilogramos en carruseles o balanzas semiautomáticas; tanto para el uso domestico e industrial respectivamente. Todas las plantas envasadoras se caracterizan por cumplir con las normas de seguridad; pero se diferencian unas con otra por la cantidad de producción y por la calidad en la presentación del producto.

En nuestro país casi no se realiza el lavado exterior de los cilindros, por tal motivo se busca la mejora de los procesos para la obtención del producto y halla una satisfacción total de los clientes y tener un sistema de calidad para cumplir con la Norma ISO 9001, donde uno de los pasos es la mejora en el aspecto de los cilindros para la venta.

El Proceso de lavado exterior de los cilindros no se realiza frecuentemente pero se trata de entregar el producto de una manera limpia exteriormente. Tal proceso la rapidez del hombre es un parámetro importante para el buen funcionamiento. El lavado se lo realiza de forma manual con el cual resulta un problema por la cantidad de agua que se consume en dicho proceso.

Motivo por el cual existe la necesidad de adecuar varios sistemas que permitan el proceso de envasado realizarlo de una manera rápida y con un buen aspecto del producto, un sistema de lavado es uno de los objetivos; tal equipo garantice una optima limpieza y que a su vez tenga una fase de secado, con alto grado de rapidez sin necesidad de importar algún tipo de maquinaria.

El objetivo principal es diseñar un equipo que pueda ser de utilidad para la planta envasadora satisfaciendo las velocidades de producción con alta eficiencia y con un bajo costo.

CAPITULO 1

1 . PLANTA DE ENVASADO GLP

La operación de la planta se hará con personal del lugar quienes tendrán previamente una capacitación en:

-Composición, propiedades y comportamiento del GLP.

-Reconocimiento de las instalaciones de la planta.

-Comportamiento de una nube de gas.

-Sistema contra incendio.

-Utilización de la planta de GLP.

-Simulacro de fuga de gas.

-Actuación de sistema contra incendios.

-Utilización de los extintores en fuego vivo.

Tanques Estacionarios

La planta dispondrá de un tanque estacionario de 12000 galones de capacidad (en volumen de agua), considerando que el tanque se llena al 85% de su capacidad, tendremos un almacenamiento de 10200 galones, a esto le restaremos aproximadamente un 5% por concepto de merma con el cual tendremos un total de 9600 galones de GLP como volumen útil de almacenamiento. En la figura 1.1 se muestra dos tanques estacionarios.

FIGURA 1.1. TANQUES ESTACIONARIOS

Se ha determinado que diariamente se envasará un volumen aproximado de 2000 galones de GLP, por lo tanto el tanque

estacionario abastecerá a la planta por 5 días útiles; para prevenir problemas de abastecimiento el tanque deberá ser llenado cada 3 o 4 días útiles de trabajo con un volumen aproximado de compra de 7000 galones de GLP, esto para tener un stock de reserva de 2600 galones, suficiente para tener operativa la planta durante un día y medio. Las características del tanque estacionario se resumen en la tabla siguiente:

TABLA 1.1

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE ESTACIONARIO

Capacidad	1200 galones USA
Material	Acero de 1” de espesor
Diámetro	2.40m
Longitud de parte cilíndrica	8.50m
Diámetro de tapas semiesféricas	2.40m
Presión de diseño	250 psi
Presión de prueba	375 psi
Presión de trabajo	160 psi

En general las tuberías para GLP serán de acero al carbono ASTM A53-GrB A106 Gr11 cédula 80 roscadas. Adicionalmente las empaquetaduras de las tuberías serán de material resistente al fuego y al GLP garantizando su hermeticidad, su punto de fusión debe de estar por encima de los 800ºC. Asimismo se contara con accesorios como válvula interna, válvula de exceso de flujo, válvula de sobrepaso, válvula de llenado, válvula de cierre de emergencia, válvulas para el llenado semiautomático de cilindros, válvula de alivio medidor rotatorio, etc.

1.1 Descripción del Proceso de Envasado

El gas licuado de petróleo adquirido para su envasado provendrá directamente desde una de la filial de Petrocomercial.

Se contara con dos tanques estacionarios, dos bombas de transferencia de GLP, un punto de recepción desde el autotanque, un punto de llenado de los cilindros y dos compresores de GLP. Adicionalmente existirá un tanque pulmón al cual se depositara los restos de GLP de los cilindros vacíos.

El autotanque ingresara por una de las puertas y se estacionara junto a la boca de llenado del tanque estacionario, el operador del camión debe de inmovilizar el camión mediante unos tacos de madera.

Antes de efectuar las conexiones de las mangueras tanto al punto de llenado como al punto de compensación de vapores el conductor debe de conectar el autotanque al punto tierra por seguridad. El trabajador responsable de recibir el GLP también debe de preparar su equipo contra incendio. En el caso de presentarse una dificultad, que no permita continuar con el envasado de GLP, sea por problemas en la válvula de salida del tanque cisterna o en las válvulas de los tanques estacionarios de recepción, deberá comunicarse de inmediato, para

iniciar las maniobras que posibiliten corregir este problema. En la figura 1.2 se muestra el esquema de planta de envasado

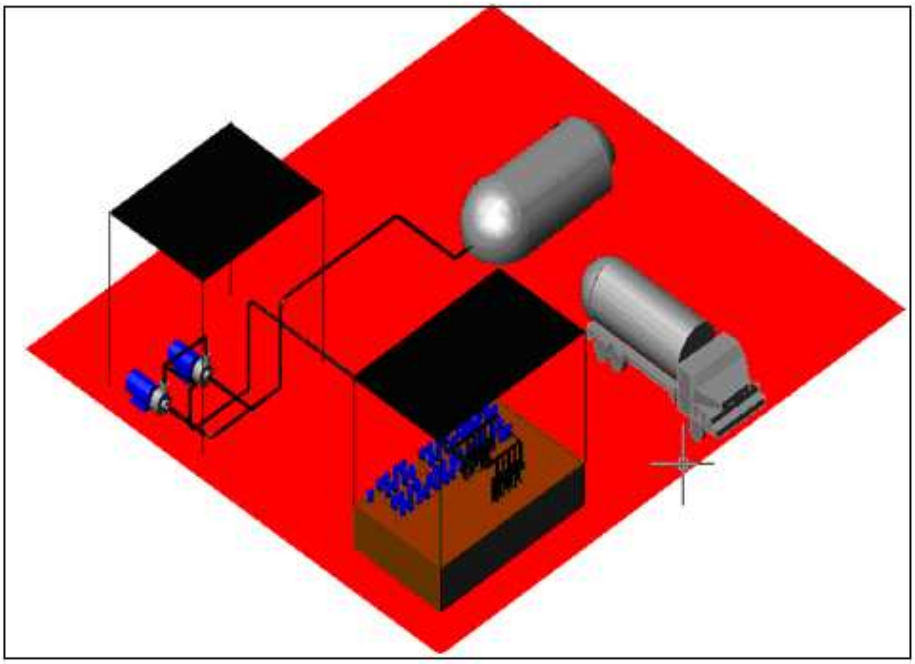


FIGURA 1.2. ESQUEMA DE PLANTA DE ENVASADO

El trasiego de GLP se efectuará por bombeo desde el autotanque, mediante conexiones de mangueras para succión de GLP líquido y retorno de vapores de GLP del tanque estacionario al autotanque. Ambas instalaciones fijas próximas a las mangueras de trasiego estarán provistas de válvulas de cierre de emergencia.

El GLP será descargado en el tanque estacionario a través de una válvula de llenado de tipo válvula de retención. Finalizada la descarga del producto el autotanque procederá a retirarse de la

planta. En la figura 1.3 se muestra las bombas para el trasiego del GLP.

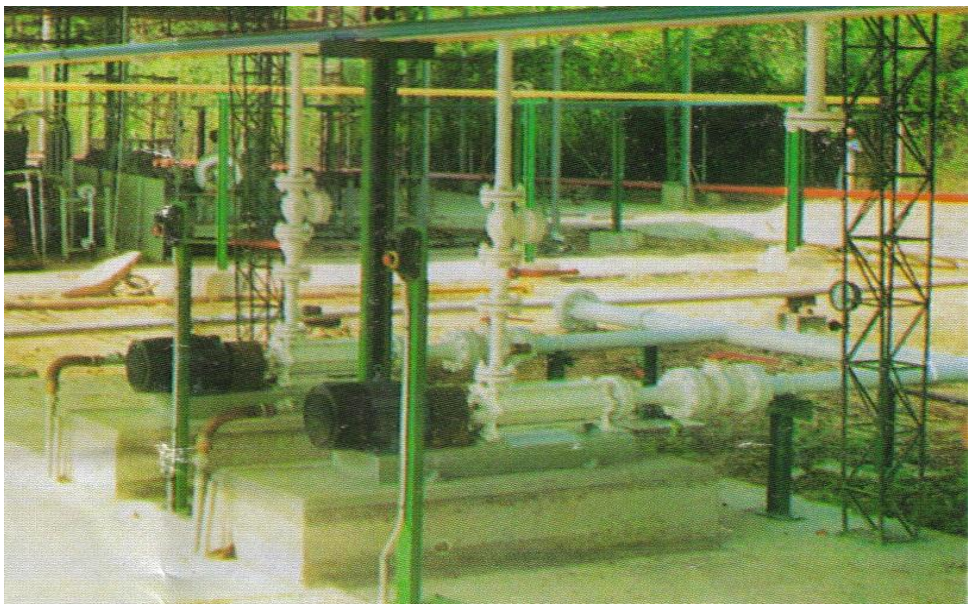


FIGURA 1.3. BOMBAS PARA EL TRASIEGO DEL GLP

Una vez que ingresan los camiones de reparto de los cilindros a los distribuidores de gas, se estacionaran al lado derecho de la plataforma de llenado con el fin de descargar los restos de GLP de los cilindros vacíos hacia el tanque pulmón, esta descarga se realizara poniendo los cilindros de cabeza para que por acción de la gravedad el GLP salga de dichos cilindros, una vez que el tanque pulmón tenga un volumen aproximado del 80 % de su capacidad el contenido será trasegado hacia el tanque estacionario mediante una bomba con un motor de 5 HP de potencia.

Finalizado este proceso un trabajador procederá a hacer el control de calidad de los cilindros a fin de detectar las fallas más comunes que se presentan, por ejemplo válvulas, casquetes y asas en mal estado y repararlos.

Una vez que los cilindros han sido reparados, estos pasan al área de prueba de hermeticidad, esta prueba consiste en llenar los cilindros con agua hasta un 85% de su volumen y luego mediante una compresora inyectarles aire hasta 200 psi de presión.

Una vez que los cilindros pasan esta prueba serán llevados al área de limpieza y pintado de cilindros donde se les pintara con el color y logotipo respectivo pasando finalmente a la plataforma de llenado de cilindros.

Una vez que los cilindros están en la plataforma de llenado, la carga de GLP a estos se efectuara por bombeo desde el tanque estacionario que estará provisto de una válvula interna de exceso de flujo en su conexión de salida.

El llenado de los cilindros con cierto caudal donde la cantidad será controlada de forma semiautomática mediante válvulas de llenado y balanzas, el tiempo para llenar los cilindros oscila desde 55 segundos hasta un minuto aproximadamente.

Para evitar daños en las bombas por bajo flujo, se instalara la válvula de retorno automático al tanque estacionario; la unidad compresora será utilizada para los automáticos de control de peso, es decir, estarán conectadas al sistema de balanzas para que cuando lleguen al peso indicado se accione y corte el flujo de GLP hacia los cilindros de gas.

Luego de haber sido llenados los cilindros estos pasaran nuevamente un control de calidad en cuenta que los cilindros de 15 Kg deberán estar en el rango de ±2,5% y los de 45 Kg entre ± 1% de su peso total. De no cumplir estas características los cilindros pasaran nuevamente al área de descarga para ser vaciados totalmente y ser nuevamente llenado. Si cumplen con los requerimientos de peso, el cilindro pasa a la plataforma de despacho de cilindros. El almacenamiento de los cilindros llenos se hará solamente en posición vertical y apoyada en sus bases. En la figura 1.4 se muestra balanzas semiautomáticas.

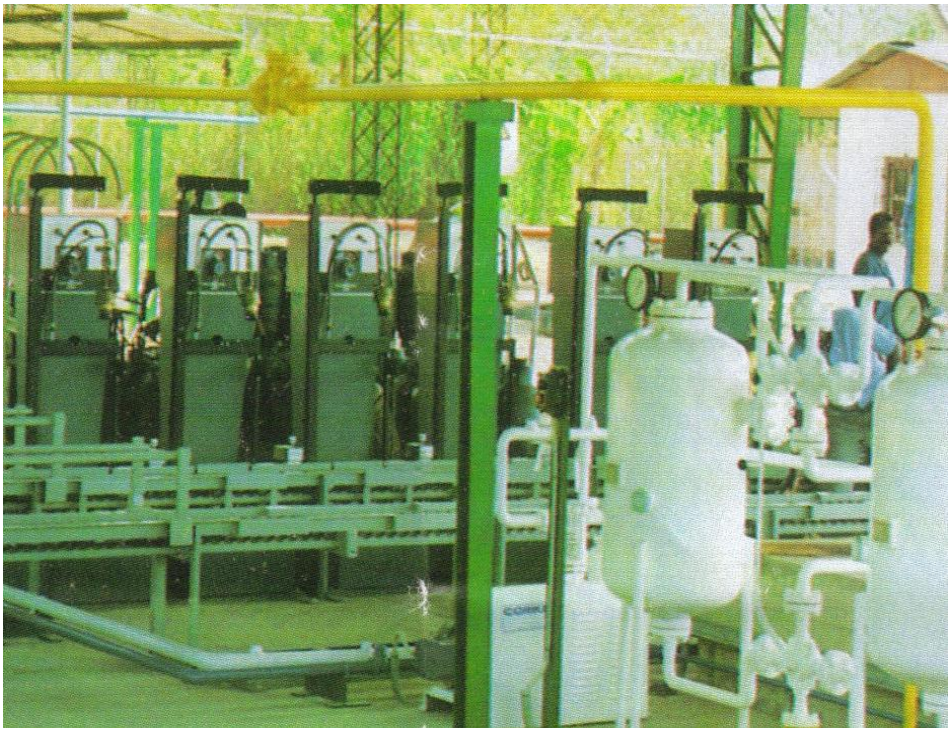


FIGURA 1.4. BALANZAS SEMIAUTOMÁTICAS

A continuación se muestra el Diagrama de Flujo del Proceso:

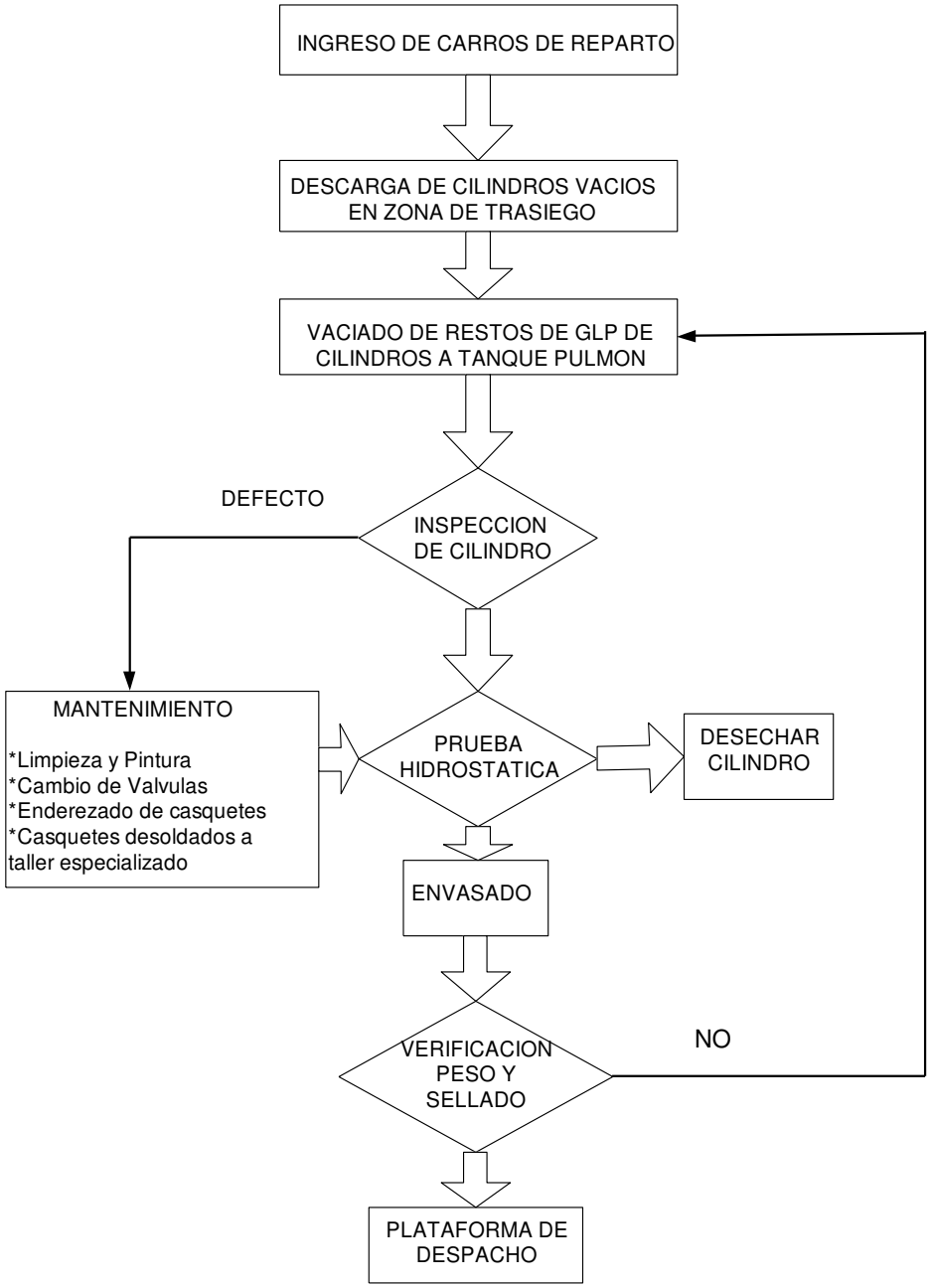


FIGURA 1.5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE LA PLANTA ENVASADORA

1.2 Parámetros Importantes que se Deben Considerar en la Planta de Envasado

Las plantas envasadoras deben contar con equipos para que estén dotadas de materiales y herramientas necesarias para el control de fugas liquidas o gaseosas (cuerpos de cilindros, válvulas, lineas,etc.)para los diferentes envases utilizados en la comercialización del GLP.

a) Instalación Apropiado de Equipos

Las bombas, compresores y sus motores deberán instalarse sobre bases de concreto de dimensiones apropiadas, exceptuándose al acaso de bombas directamente acopladas a recipientes. Estos equipos deberán de tener conexión a tierra para descarga de corriente estática.

b) Motores Eléctricos

Los motores eléctricos deberán de ser blindados y a prueba de explosión y tener interruptor automático de sobrecarga.

c) Motores Eléctricos: Colocación

Los motores eléctricos, utilizados como unidad motriz de bombas o cadenas transportadoras en las plataformas de llenado, podrán estar colocados a un nivel diferente al piso de la plataforma siempre y cuando cuenten con ventilación, desagüe y espacio para el mantenimiento adecuado.

d) Equipos: Obligatoriedad de Conexión a Tierra

Todo el sistema de envasado, múltiple de llenado y básculas deberán tener conexión a tierra, para descarga de corriente estática.

e) Líneas de Conducción de Energía Eléctrica

Las líneas de conducción de energía eléctrica deberán ser entubadas, de preferencia empotradas o soterradas, resistentes a la corrosión y a prueba de roedores

f) Instalación de Pararrayos

La instalación de pararrayos dependerá de la ubicación geográfica de las Plantas envasadoras.

g) Zona de Llenado: Equipos y Materiales Adecuados

El diseño de las instalaciones eléctricas y la selección de los equipos y materiales que se empleen dentro de las zonas de llenado, de almacenamiento de cilindros, de los tanques estacionarios o a una distancia menor de 4.5 m (15 pies) de sus límites, deberá cumplir, además de lo estipulado en el párrafo anterior

Los equipos y materiales anti-explosivos utilizados en este tipo de instalaciones, deberán tener inscripciones o certificaciones que indiquen la clase, división y grupo correspondiente a la clasificación de áreas y temperatura de operación y el laboratorio o entidad que aprobó su uso. Esta condición deberá ser mantenida durante toda la vida útil de las instalaciones**.**

h) Plataforma de Envasado: Diversas Instalaciones

Sobre las plataformas de envasado podrán instalarse los sistemas de trasiego o evacuación de gas, limpieza, pintura y sustitución de válvulas de los recipientes portátiles, siempre y cuando estos sistemas se diseñen en forma segura respetando las distancias del perímetro de seguridad con respecto a los sistemas de llenado.

i) Trasiego del GLP

Para efectuar el trasiego del GLP, las bombas y compresores deberán de instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante para facilitar los servicios a que están destinadas, siendo obligatorio el protegerlas contra el deterioro causado por vehículos o personas mediante dispositivos de protección**.**

j) Tuberías Conductoras de GLP

Las tuberías conductoras de GLP en las Plantas Envasadoras deberán ser de acero, debiendo ser cédula 40 ó más en el caso de ser soldadas y cédula 80 si su instalación es roscada.

Las uniones de tuberías mayores de 2 pulgadas de diámetro nominal sólo podrán ser soldadas o bridadas. En líneas con bajas temperaturas de servicio no se podrán usar uniones roscadas, excepto en las líneas de diámetros pequeños como las líneas de instrumentación**.**

k) Tuberías que Transportan GLP

En las tuberías que transportan GLP dentro de las Plantas Envasadoras está prohibido el uso de válvulas y accesorios de

fierro fundido, bronce o cobre. No está permitido el reemplazo de tuberías por mangueras.

l) Tuberías Roscadas o Soldadas: Empaquetaduras

Las empaquetaduras de las tuberías roscadas o soldadas deberán ser de material resistente al fuego y al GLP, en su fase líquida y que garantice hermeticidad. Deben tener un punto de fusión sobre los 800 oC y ser de metal u otro material adecuado confinado en metal.

m) Válvula de Seguridad

Se instalará una válvula de seguridad o de alivio con capacidad de descarga adecuada en los tramos de tubería en que pueda quedar atrapado el GLP en su fase líquida, entre dos válvulas de cierre.

La presión de apertura no debe ser menor de 28.12 kg/cm^2 (400 psig) de acuerdo a la norma NFPA 58. El dispositivo aliviador de presión descargará a la atmósfera. Se deberá disponer que la descarga se efectúe en un lugar apropiado y en forma segura.

n) Tanques Estacionarios

Los tanques estacionarios de las plantas envasadoras deberán de colocarse dentro de una zona de protección, delimitada por medios de seguridad como cercos, barreras, o topes, cuyo diseño y materiales deberán proteger a los tanques, accesorio, maquinaria y tuberías contra daños mecánicos que pudieran causar algún vehicular. Estos medios deberán emitir ventilación natural y acceso fácil a los controles.

o) Tanques Estacionarios: Accesorios Mínimos

Los tanques estacionarios instalados en las Plantas Envasadoras deberán contar, por lo menos, con los siguientes accesorios:

- Medidor de nivel con indicador local.
- Termómetro ubicado en el nivel mínimo del líquido.
- Manómetro contrastado (doble manómetro), ubicado en la parte superior.
- Válvulas de exceso de flujo en todas las conexiones de ingreso y salida del GLP, con excepción de las correspondientes a las válvulas de seguridad y de drenaje.
- Válvulas de seguridad de acuerdo al código de diseño de

recipiente y calibrados a presión de diseño.

- Conexión de drenaje con doble válvula. Siendo la mas cercana al recipiente de cierre rápido.

p) Tanques estacionarios: Conservación

Los tanques estacionarios de las plantas envasadoras, deberán conservarse pintados en forma adecuada y protegidos de la acción de los elementos atmosféricos. Los colores elegidos, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana, serán claros para evitar que por absorción del calor se eleve la presión interna.

1.3 Definición del Problema

La empresa C.E.M. LOJAGAS situada en la ciudad de Catamayo se dedica al envasado de Gas Licuado de Petróleo (GLP).;esta compañía esta caracterizada por seguridad y calidad en todos sus procesos y entrega del producto; por lo tanto han establecido un sistema de calidad basados en procesos de la norma ISO 9001 donde dicha norma incluye mejora en los procesos para la obtención de un producto y halla una satisfacción total del cliente ; debido a esto es necesario mejorar el aspecto de los cilindros GLP. En la figura 1.6 se muestra el modelo de un sistema de gestión de calidad basada en procesos.

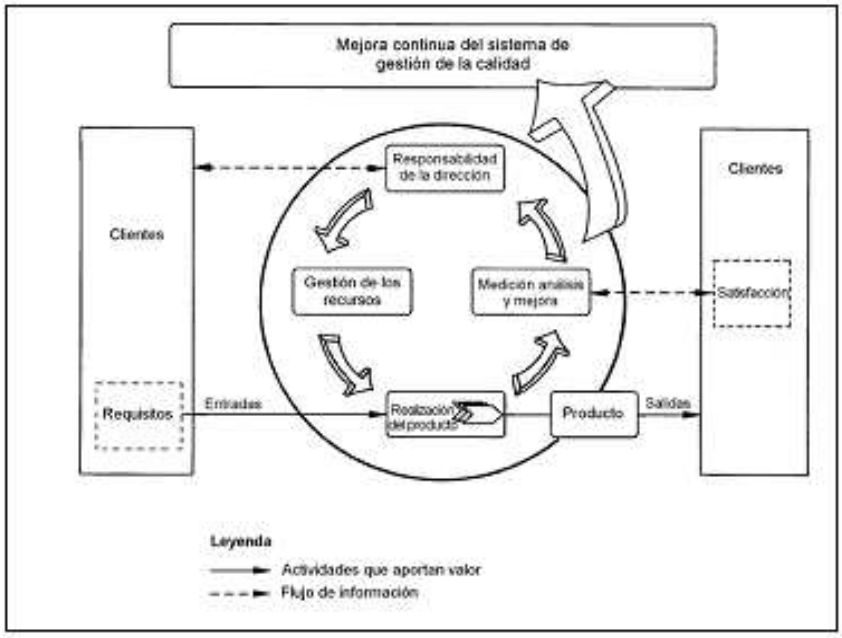


FIGURA 1.6. MODELO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADA EN PROCESOS

Actualmente como parte del mantenimiento, es el lavado tanto para pintura como para la venta. Este proceso dentro de la planta envasadora requiere de mucho tiempo y de acuerdo a los requerimientos de producción deben de utilizar varios operadores y así mismo la utilización de mucha cantidad de agua.

Esta empresa busca la modernización y sistematización del proceso de envasado del GLP en la planta envasadora de la ciudad de Catamayo; considerando las operaciones actuales que se realizan

en este proceso es necesario que den un paso en el cambio de sistemas y equipos empleados en el envasado.

Uno de los objetivos de esta empresa dentro de sus procesos es el utilizar un artefacto o maquina que realice la limpieza externa de los cilindros cumpliendo con la norma establecida, minimizando tiempo de operación y a su vez también menos operadores en el proceso de lavado de los cilindros GLP.

Consecuentemente se presenta los requerimientos de esta empresa que debería tener esta maquina en el proceso de lavado y estos son:
El equipo deberá realizar la limpieza de toda suciedad soluble. Sus dimensiones están limitadas al espacio disponible en el lugar donde va ser instalado.

Otros requerimientos que debe tener este sistema de lavado es que deberá realizar una limpieza total del cilindro, tanto del cuerpo como de la parte superior, que incluye asa y válvula, poco consumo de agua usando un sistema de reciclaje de agua, permitir un fácil montaje y desmontaje para casos de mantenimiento y limpieza, repuestos de de fácil reposición y obtención en el mercado y bajo costo.

CAPITULO 2

2. PROCESO DE LAVADO DE CILINDROS

2.1 Lavado Manual

El proceso de lavado manual de los cilindros GLP ; primeramente se realiza un prelavado con agua a presión para remover la materia visible o suciedad de gran tamaño, después de esto remojar con agua mas detergente toda la parte cilíndrica, casquete y asa. Seguidamente se debe de realizar el restriegue de una manera rápida en todas las partes de los cilindro de gas. Finalizando esto son enjuagados eliminando la suciedad por completo para luego secarlos pero este ultimo es un poco ineficiente debido a que no se llega con totalidad a terminar este proceso adquiriendo polvo los

cilindros en cierto tiempo donde se los va a destinar para otro proceso sea de envasado o pintado. Este proceso no es adecuado, ya que implica la utilización de grandes cantidades de agua y de acuerdo a los requerimientos de producción debe utilizar varios operadores. El tiempo y la cantidad de personal destinado para este fin se dan la necesidad de incorporar un equipo para realizar esta labor.

2.2. Lavado Mecánico

Este proceso se lo da mediante una unidad o maquina que realice la limpieza externa de los cilindros, estos de 15 Kg y también puede ser de 45 Kg, empleando cepillos u otro dispositivo en combinación con agua y, de ser el caso de suciedad o grasa, detergente. Siendo llevado los cilindros mediante un transportador.

El lavado mecánico es preferible al lavado manual, ya que este procedimiento puede estandarizarse. Estandarizar un procedimiento significa que se puede repetir el proceso múltiple veces y se obtendrá los mismo resultados bajo iguales condiciones. Esto no puede hacerse con el lavado manual, ya que este depende del operador. El lavado con maquina lavadora remueve el 60 % de materia soluble. Otras de las ventajas es que disminuye la cantidad de personal destinada para este propósito y se disminuye considerablemente el riesgo laboral.

2.3 Alternativas de Solución

Para desarrollar este proyecto es importante tener en cuenta la manera como vamos a obtener las facilidades para la obtención del sistema de lavado con los parámetros que se requieren y de faltar alguno adaptar ciertas modificaciones para cumplir con el objetivo deseado; se presenta diferentes alternativas de solución tales como:

Comprar un equipo ya sea nuevo o usado; de esta manera también se plantea la posibilidad de construir dicho equipo; donde es importante considerar el mercado local para no tener inconveniente en la construcción.

2.3.1 Adquisición de Equipo de Lavado

Existen diferentes maneras para obtener una maquinaria para ciertas aplicaciones tales como:

a) Comprar Equipo Nuevo

La compra de un equipo nuevo de lavado es un problema dentro de nuestro mercado primeramente por que no hay fabricantes de este tipo de maquinaria; por lo que es necesario buscar otra manera para la adquisición de este tipo de equipo donde; entre otras se tiene la compra de esta maquinaria en el

exterior. En nuestro medio se encuentran representantes que están queriendo vender diferentes maquinas que son necesarias dentro de una planta envasadora donde una de ella es la lavadora para cilindros; por lo cual será de gran ayuda este tipo de personas dentro de nuestro país.

La problemática de traer este tipo de maquina de las compañías del exterior es el elevado costo inicial de la maquina, retrasos en los tiempos de desaduanización, pago de impuestos, reparación de daños por la garantía, fuga de divisas del país, adquirirla con cierta capacidad de producción donde puede ser bajo a lo que requiere la planta y que ocupe demasiado espacio.

La buena tecnología que en el extranjero usan seria lo más destacado de un equipo del exterior. A continuación en la figura 2.1 y 2.2 se muestran lavadoras de cilindros para GLP que se puede adquirir del exterior.

FIGURA 2.1 MAQUINA LAVADORA PARA CILINDROS

El nuevo sistema de lavado de botellas de Kosan Crisplant

FIGURA 2.2. SISTEMA DE LAVADO

b) Comprar equipo usado

Otro de los medios es la adquisición de un equipo usado; pero este tipo de posibilidad que puede adquirir una empresa pudiera estar originando con el tiempo problemas para ello debe ser analizada en todas sus partes de una manera minuciosa para deliberar si se realiza la compra.

Por otra parte, lo antes dicho seria en el caso de que en nuestro país halla este tipo de equipo (maquina de lavado para cilindros GLP).

En el caso de Riogas de Uruguay se puede dar esta posibilidad de que se obtenga para otra planta envasadora ya que allí si cuenta con este tipo de maquina y puede ser vendida usada pero previamente siguiendo las observaciones dicha anteriormente.

2.3.2 Diseñar y Construir equipo

Otra de las alternativas es la construcción del equipo de lavado para cilindros GLP; es una apertura para que otras plantas envasadoras dentro del país implementen este tipo de maquinaria y tengamos un cambio para la presentación del producto a vender. Para lograr esto hay que considerar diferentes parámetros tales como:

Las partes que constituyen la maquina sean adquiridas dentro de nuestro país para tener una facilidad en la obtención de repuestos y el factor económico de la empresa. Construir una maquinaria ofrece grandes ventajas que son:

- Adaptar a la necesidad que requiere la empresa; ocupando las instalaciones y espacio que establece.
- Desarrollo de la tecnología de nuestro país y así mismo debido a su partes constitutiva de la maquina que son encontradas dentro de nuestro país hace que tenga un bajo costos.
- Generar de empleo y fortalecer el sector de la construcción de maquinaria en el Ecuador.

Pero a su vez también hay ciertas desventajas una de ellas es el tiempo que se lleva para la construcción de cierta parte de la la maquina por la forma que se requiere.

Con lo anteriormente dado a conocer de las diferentes alternativas para la obtención del equipo de lavado la mejor opción seria la construcción de la maquina, dicha maquina con los parámetros de diseño a que debe estar sometida debe cumplir con todas las necesidades que requiere la empresa.

2.3.2.1Sistema de Lavado con Cepillo

Este sistema consiste en realizar una limpieza total del cilindro; tanto del cuerpo como parte superior, que incluye asa y válvula; dejando lo mas limpio posible el cilindro en un tiempo determinado de acuerdo a la velocidad que se tenga en el envasado.

En la figura 2.3 se muestra un esquema de una lavadora de cilindros con cepillos.

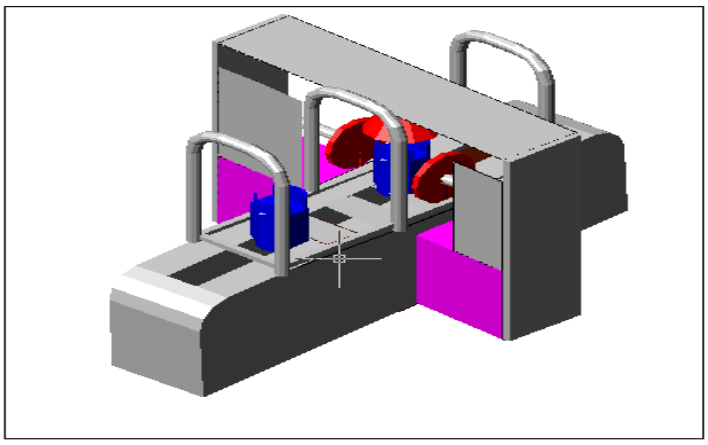


FIGURA 2.3. ESQUEMA DE UNA MAQUINA LAVADORA CON CEPILLOS

Para mayor practicidad que tiene este proceso en general, los cilindros deben estar en forma vertical y su traspaso o movimiento a través de la lavadora es realizada por un transportador.

En el caso que se traten de cilindros con residuos de grasas, se incluye el accionar de jabón o de agua jabonosa particularmente,

con un dispositivo que dosifica la mezcla el agua con jabón de acuerdo a las necesidades que se requieren.

Este sistema tiene dos fases de lavado: una en la que se jabona y limpia (restriegue) y otra en la que se enjuaga el cilindro. Este enjuague es directo, sin intervención de lo posible de la mano humana, teniendo un sistema de chorros o aspersores de agua que fluya agua directamente al cilindro.

Como para la limpieza se emplea agua, hay un sistema y proceso de reciclaje de agua, específicamente la del enjuague, volviéndose a recircular y utilizar en el lavado de los siguientes cilindros. En esta parte se toma en cuenta la filtración que se debe dar al agua recirculada.

El restregué es de un tiempo tal (en lo posible es rápida) y simultánea a la vez del todo el cuerpo. Para esto se usa unos cepillos de cerdas lo suficientemente resistente, pero que no dañan la pintura del cilindro. Teniendo dos tipos de cepillos para el lavado de los cilindros; unos de forma cilíndrica y lineal que es para el cuerpo y otro con aspecto de campana para la parte superior, limpiando por entre válvula y asa. Estos cepillos, en su accionar, son sincronizados para ocuparse de forma continua y

en un tiempo estimado de un cilindro a la vez, sin dar lugar a trabas o descoordinación entre uno y otro.

2.3.2.2 Sistema de Lavado en Túnel con Agua Caliente

Dentro del proceso de este sistema de lavado se empleara un agente tenso activo y filtro mecánico que se dará a conocer a continuación.

Agente tenso activo

Sustancia que es capaz de reducir la tensión superficial, que actúa disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas a una superficie.

Filtros Mecánicos

Este tipo de filtros actúa reteniendo la suciedad del agua al hacer circular esta a través de un material filtrante. Solo es capaz de limpiar del agua partículas hasta un determinado tamaño. Las partículas muy pequeñas pueden atravesarlo sin quedar retenidas, pero este tipo de partículas no influye en la "suciedad"

visible del agua. Existen materiales filtrantes con un tamaño de poro muy fino, capaces de retener partículas de hasta 0,01 mm.

Túnel con agua Caliente

Este sistema consiste en lavar con agua caliente y detergente haciendo pasar los cilindros por el interior del túnel a través de un transportador para quitar cualquier tipo de suciedades y grasas de los cilindros, realizando un lavado profundo gracias a la mejor colocación de las toberas y rotación de los cilindros, estos se secan inmediatamente después del lavado debido a un agente tenso activo y el eficiente purga de agua.

Esta máquina se caracteriza por el mínimo consumo de agua por la recirculación del agua y la mejor purga de agua, reducción de acción corrosiva en la superficie de los cilindros con una fácil limpieza de los filtros para la purificación del agua por su adecuada colocación están de fácil acceso y pueden limpiarse fácil y rápidamente.

Entre las posibilidades de este sistema es los varios procesos que se pueden hacer, los tanques de agua tienen elementos calefactores integrados asegurando que el agua jabonosa tenga la correcta temperatura y a su vez con filtros. Tiene diferentes secciones como la de lavado, enjuague y purga de agua para

purgar el exceso de agua de los cilindros. En la figura 2.4 se muestra un esquema de un túnel para lavado de cilindros GLP.

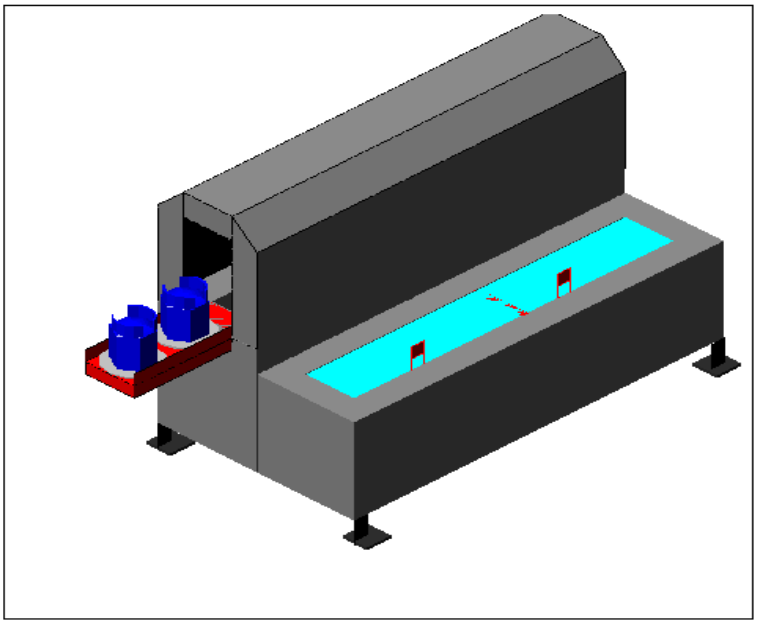


FIGURA 2.4. ESQUEMA DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP

En base a las observaciones, consideraciones y el proceso de estos dos sistemas de lavados se procede a realizar una matriz de decisión para dar a conocer la mejor alternativa.

TABLA 2.1

MATRIZ DE DECISIÓN PARA SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

MATRIZ DE DECISIÓN				
Objetivos	1º	2º	3º	
	Acceso a repuestos	Adaptabilidad al área a ser Instalado	Inversión	Satisfacción de objetivos total
Valores:(wi)	0.2	0.1	0.3	Σ(Wi.Xi/Wi)
Alternativas				
Comprar Equipo del exterior	60%	50%	70%	63%
Diseñar y Construir Equipo	80%	70%	80%	78%

Analizando la matriz de decisión vamos a obtener que la mejor alternativa es el sistema de lavado en túnel con agua caliente con un 78% es la mas optima en este caso.

CAPITULO 3

3. DISEÑO DE UN TÚNEL PARA LAVADO DE CILINDROS

3.1 Diseño de Forma

El diseño de forma se basara en la observación de sistemas de lavados que se encuentran en la industria tales como lavadoras de cajas plásticas, botellas para gaseosas, bidones 20 litros para agua, también lavadoras de vehículos, lavadoras de cilindros del exterior teniendo estas excelente desempeño y de eviscerador automático para aves. A continuación se muestra en la figura 3.1 el diseño de forma del equipo.

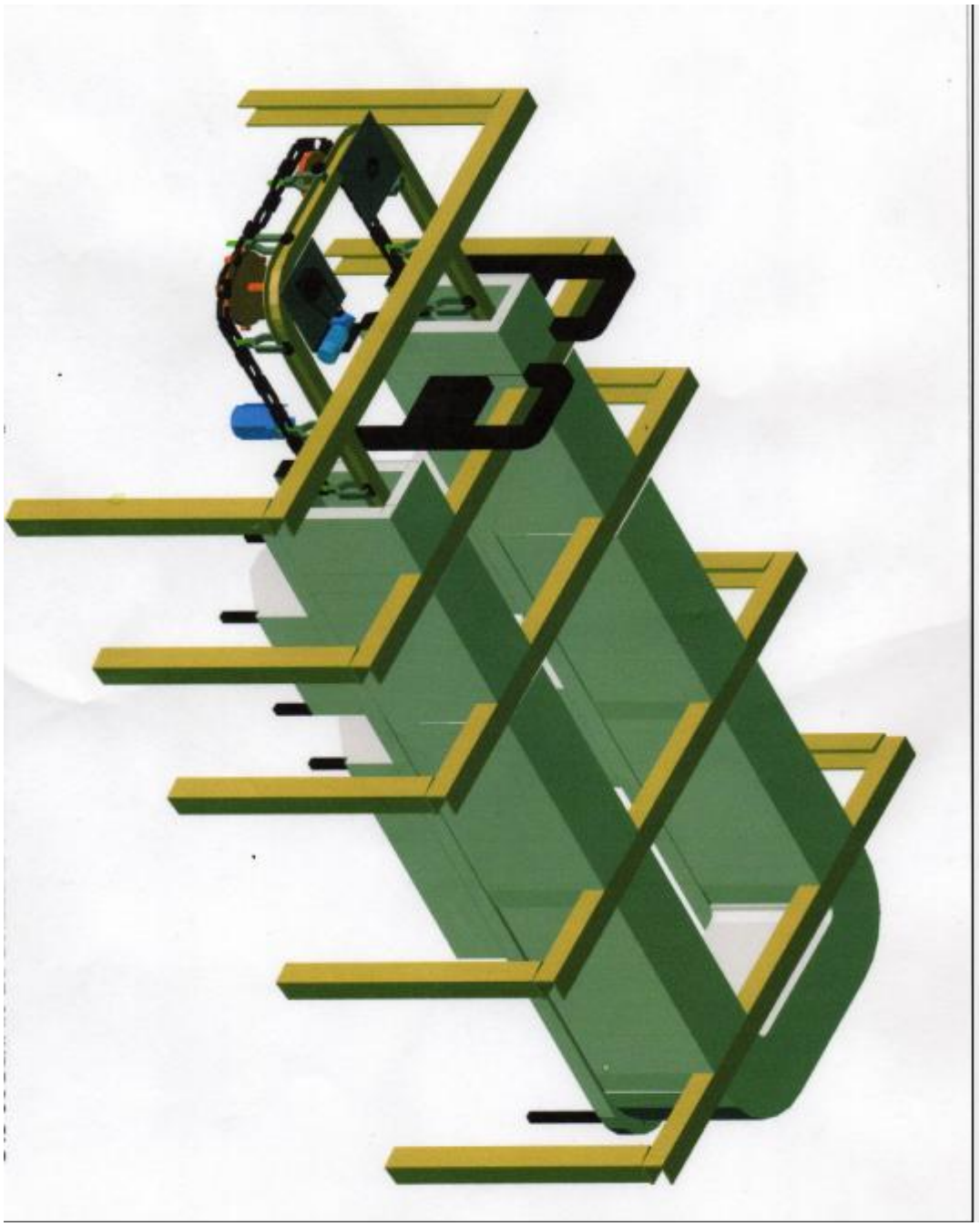


FIGURA 3.1. DISEÑO DE FORMA DEL TUNEL PARA LAVADO EXTERIOR DE CILINDROS GLP

Este equipo esta compuesto de lo siguiente:

Transportador aéreo que permitirá llevar los cilindros desde que son colocado en ganchos a la entrada hasta que son retirados a la salida. Sus diferentes etapas tales como prelavado, lavado, enjuague y secado.

Este equipo debe estar diseño bajo las Normas:

Norma EN 50014(Norma Europea) muestra la representación esquemática para el tipo constructivo de material eléctrico destinado a atmósferas explosivas.

Norma IEC (Comisión de Electrotecnia Internacional) utiliza el sistema de Clase y División I. Las Clases identifican el riesgo presente como: Gases o vapores, polvo combustible y fibras inflamables. Divisiones definen la condición normal o anormal en la cual el material de riesgo puede estar presente. El sistema de Lavado debe estar diseñado para uso en zonas de peligro con clasificación Zona 1 de acuerdo a la norma IEC.

Norma NEC (Código Eléctrico Nacional) art. 500 (trata de la instalación eléctrica de equipos en áreas explosiva).

Norma de la Directiva Atmósferas Explosivas (ATEX) 94/9/EC (equipos y sistemas de protección de uso en atmósfera potencialmente explosiva ver apéndice A). A continuación se realizaran los cálculos para dimensionar el equipo de lavado.

3.2 Dimensionamiento del Túnel

Longitud del Túnel

Primeramente se determina la longitud del túnel de acuerdo a las especificaciones del proyecto y de esta manera diseñar parte de los componentes del equipo de lavado.

Uno de los requerimientos del equipo es lavar cierto porcentaje de cilindros en cierto tiempo; para lo cual se debe de calcular la velocidad del sistema de transportación y por ende el numero de revoluciones que tendrá el engrane. Para ello se deberá de tomar en cuenta la producción diaria de cilindros en la planta envasadora. Actualmente la producción promedio es de 4800 a 5000 cilindros envasados diarios. Debido a que se va realizar la modernización del sistema de llenado para el aumento de la producción se hará el cálculo para el doble de la producción ósea 9600 cilindros envasados diarios.

En base a la producción de 9600 cilindros envasados se calcula la cantidad de cilindros que se deben lavar por minuto. Previamente se

considera uno de lo requerimientos de la empresa que el 50 % de la producción deberán tener mantenimiento y principalmente los cilindros mas dañados y sucios. Esto se debe dar en la jornada de trabajo que son de 10 horas y debido a las paralizaciones que suelen ocurrir se tendrá la jornada efectiva de 8 horas. Como parte del mantenimiento existen los trabajos tales como: Cambio de válvulas, enderezada de casquetes, limpieza y pintura aproximadamente se le realizara al 15 % de los que ingresan al mantenimiento; el resto que es el 85 % se les realizara el lavado para que estos lleguen limpios para la venta y halla una satisfacción del cliente, esta parte del proceso de mantenimiento como requerimiento de la empresa se deberá hacer en 5 horas efectivas de trabajo.

Con todo esto se calcula los cilindros que van a ser llevados a la sección de lavado:

El 85 % del 50 % de la producción será 4080 cilindros entonces con este dato se procede a realizar los respectivos cálculos para obtener los cilindros que se deben de lavar por minuto, se tiene entonces lo siguiente:

4080 cilindros / día x 1 día / 5 horas=816 cilindros/ hora

816 cilindros / hora x 1 hora / 60 minutos=13 cilindros/minuto

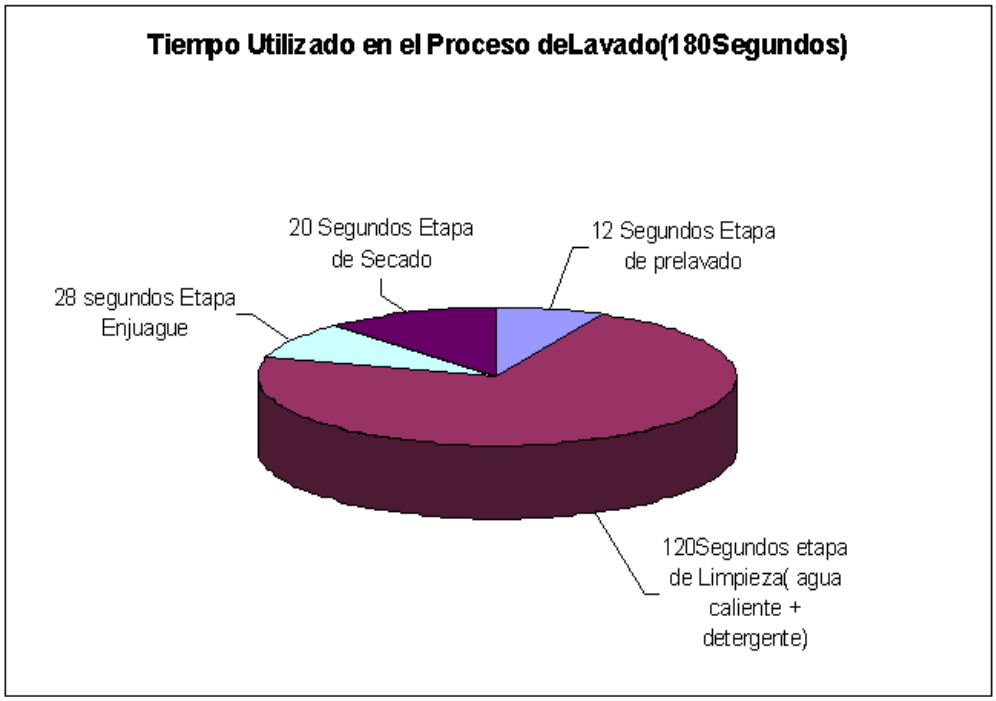


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE TIEMPOS DE LAS ETAPAS DE LAVADO

El proceso incluye cierto tiempo para lograr una adecuada limpieza en cada sección del sistema de lavado tal como se muestra en la figura 3.1. El tiempo a utilizar es de 3 minutos en el ingreso de un cilindro en el túnel hasta que salga del mismo, tal tiempo es la suma de cada paso del cilindro en las diferentes secciones de lavado (en la figura 3.1 se muestra el tiempo por cada sección de lavado). El tiempo de lavado va ser de 2 minutos; tal tiempo requiere el detergente mas el agua caliente para lograr diluir todo tipo de suciedad sin necesidad de restriegue.

Tomando en cuenta estas consideraciones se va determinar la longitud del túnel de la siguiente manera. Primeramente se toma las dimensiones de un cilindro de 15 Kg. y estas medidas son las que se muestra en la figura 3.2.

- Diámetro del tanque.
- Altura del cuerpo del tanque.
- Altura del asa.
- Altura del casquete.

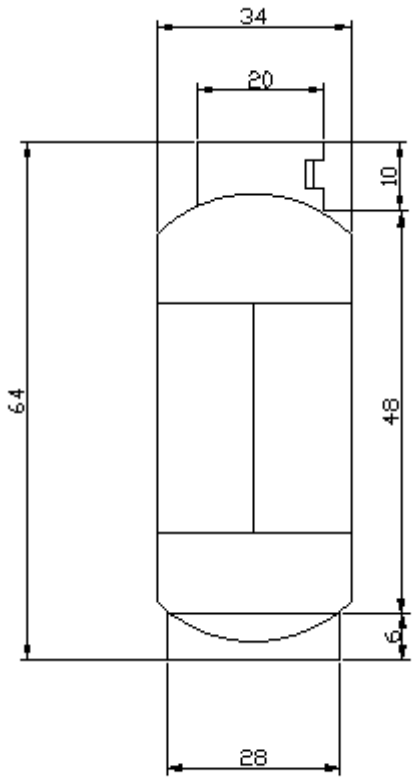


FIGURA 3.3. DIMENSIONES DEL CILINDRO GLP

Con estos datos se procede a determinar la separación que hay entre cilindros, esta distancia va ser igual a 17 cm. Este valor es asumido, Entonces al considerar el lavado de tantos cilindros por minuto se va considera la distancia de separación entre estos:

- Diámetro del cilindro =34 cm.
- Separación entre cilindros= 17 cm.

Por lo tanto, periódicamente deben salir del túnel en cierto tiempo 51cm de recorrido de la cadena del transportador aéreo que es la suma de las dos dimensiones expuesta anteriormente.

Luego, con estas dimensiones se realiza el cálculo de la longitud del túnel que se detalla de la siguiente forma:

Del túnel debe salir 13 cilindros/ minuto como se requiere 3 minutos de recorrido de un cilindro dentro del túnel entonces tendrá que salir 39 cilindros por cada 3 minutos. Esto quiere decir que la longitud será para que estén dentro del túnel 39 cilindros más la separación entre estos.

- **Calculo de la longitud**

  39 x 34 cm. +39 x 17 cm. = 1989 cm. x 1 m/100 cm. = 19.89 m

  La longitud del túnel va ser 20 m para llegar a satisfacer los requerimientos expuestos anteriormente.

Una vez determinada la longitud se va a diseñar el transportador y a su vez conjuntamente el alto y ancho del túnel.

- **Diseño del transportador aéreo**

  El transportador aéreo consta de las siguientes partes que a su vez deben ser diseñadas:

  a) Perfil guía
  b) Estructura para soportar el perfil guía y las cargas que soporta.
  c) Motorreductor.
  d) Engrane.
  e) Soportes, cadenas, ganchos y rodamientos de goma.

  El diseño del perfil guía y de los pórticos será por el método Diseño Factor de Carga y Resistencia (LRFD) el cual combina resistencia ultima del material y servicividad (vibraciones, deflexiones), donde se debe cumplir:

  Cargas aplicadas ≤ Resistencia nominal del material

Considerando lo anterior se procede a diseñar, primeramente se determina las cargas que va soportar y estas son:

Peso de Pernos, tuercas, arandelas, soportes, rodamientos de goma, ganchos, cadenas y cilindros que en total suma 25 Kg. convirtiéndolo a fuerza seria 245N.

El perfil va estar soportado por unos pórticos que van estar separados a 7 pies y estos a su vez soldados al perfil guía. Para seleccionar el perfil guía, se va analizar cierta parte de este como una viga simplemente apoyada y de esta manera si soporta esta parte que va ser analizada soportara todo el perfil. Esta parte del perfil será la longitud de 7 pies ósea la distancia entre apoyos, se va considerar lo siguiente en el diseño:

- Se asume como viga simplemente apoyada a cierta parte del perfil.
- Se diseñara en el momento que la viga soporte contenga la máxima carga.
- Considerar cargas adicionales denominadas cargas de impacto.

Las especificaciones AISC establecen que al menos que se indique lo contrario las cargas vivas deberán incrementarse en un cierto

porcentaje para considerar las cargas de impacto, algunos de estos porcentajes se muestran en la tabla 3.1 y estos son:

TABLA 3.1

PORCENTAJE PARA CARGAS DE IMPACTO

Para soportar elevadores	100%
Para colgantes de soporte de pisos y balcones	50%
Para maquina de movimiento alternativo o unidades de potencia	33%
Para soporte de maquinarias ligeras, impulso de ejes o motor	20%

En el caso del diseño se escoge el 20 % para el incremento de la carga viva, debido a que la carga se moverá a bajas velocidades entonces se tiene:

El 20 % de 245N=49N

Carga viva total considerando la carga de impacto=245+49 = 294N. Esta carga se convierte a Kip y luego a carga factorada.

294 N x 2.248x10-4 kip /1N = 0.066 kips

Pu=1.6 (CV) ecuación (1)

Siendo:

CV= Carga viva

Pu= Carga factorada

Pu= 1.6 (0.066)=0.106 kips (471,5 6N).

Ahora, se procede a diseñar para la mayor carga que soportara la viga en cierto instante de tiempo, en este caso seria cuando tenga la viga contenga 4 cilindros GLP.

Primeramente se asume a la viga sin peso y se debe diseñar para que soporte cortante, momento y deflexión máxima.

Momento

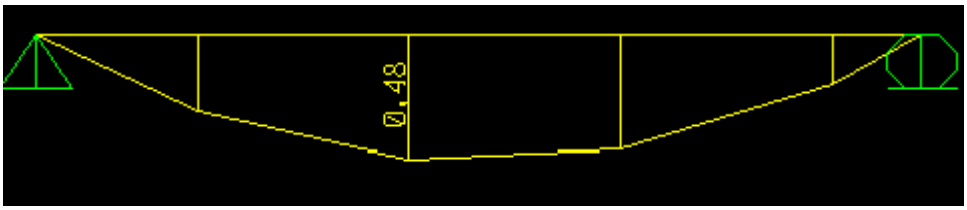


FIGURA 3.4. DIAGRAMA DE MOMENTO

Del diagrama de momento de la figura 3.3 se toma el momento máximo este a su vez es 0.48 Kip-ft (650,8N-m); con este dato y la

longitud entre apoyos se debe ir a la gráfica del apéndice G. El perfil debe cumplir con la condición siguiente de diseño:

$Mu \leq \Phi bMn$ ecuación (2)

Se procede a Seleccionar el Perfil HEB 100 uno de los perfiles que se venden en nuestro país ,el diseño se basara con las características similares de este perfil en este caso un M4x13 del manual de diseño de estructuras de la tabla del apéndice G ;donde $\Phi bMp=16.6$ Kip-ft entonces:

$0.48 \leq 16.6$

Satisfaciendo $Mu \leq \Phi bMn$ ahora se procede a sumarle el peso propio de la viga. Este peso será 0.013 Kip /ft (189,7N/m), este valor hay que convertir a carga factorada :

$Wu=1.2\ (0.013)= 0.0156$ Kip/ft (227,7N/m)

Se realiza el diagrama de momento que esta en la figura 3.4 y se escoge el máximo y este se suma al anterior para ver si cumple con la condición de diseño de momento.

$Mut= Mu1 + Mu2$ ecuación (3)

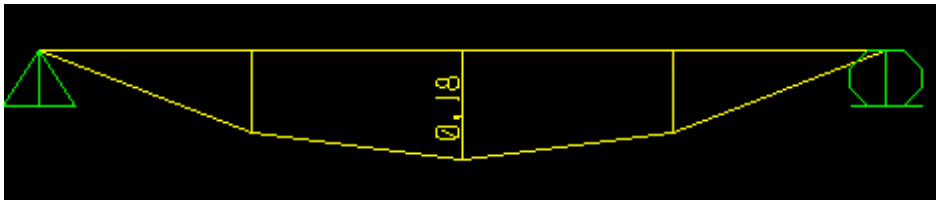


FIGURA 3.5. DIAGRAMA DE MOMENTO DEL PERFIL

Mut = 0.48 + 0.18= 0.66 Kip-ft (894,8N-m)

0.66≤16.6

También satisface la condición de diseño Mu≤ΦbMn, se debe diseñar para cortante.

Cortante

De la misma manera que en caso anterior se debe satisfacer la condición de diseño:

Vu ≤ΦvVn ecuación (4)

Se suma la máxima fuerza cortante de las figuras 3.5 y 3.6

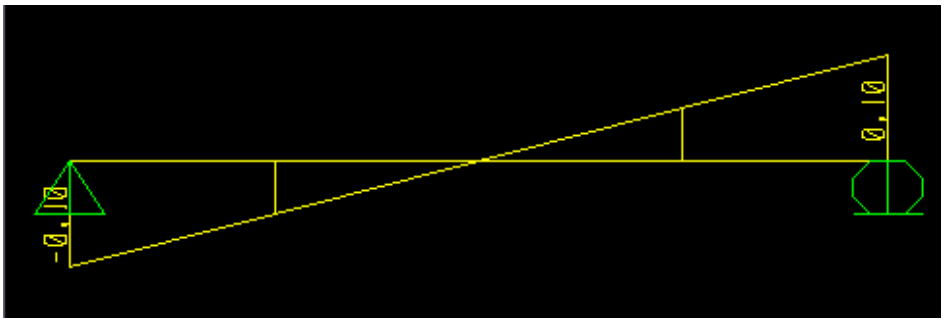


FIGURA 3.6. DIAGRAMA DE CORTANTE

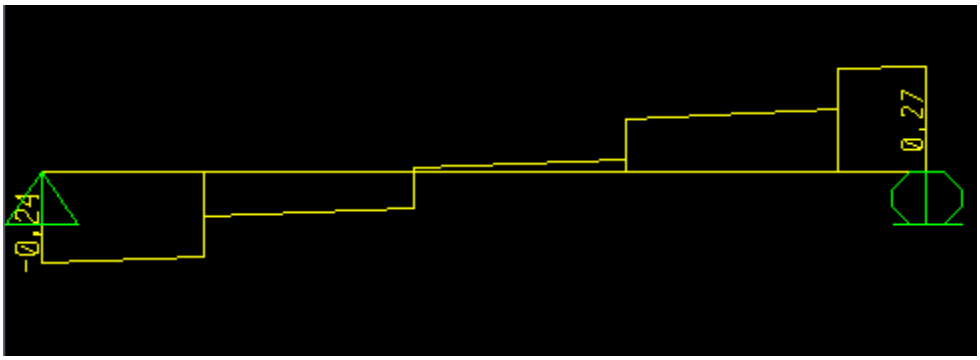


FIGURA 3.7. DIAGRAMA DE CORTANTE PARA EL PESO TOTAL

Vu1 + Vu2 = 0.27 + 0.10 = 0.37 Kip (1645,8N)

Con HEB100 de la gráfica del apéndice G ; se determina el valor de ΦvVn siendo este 19.8 Kip entonces:

$$0.37 \leq 19.8$$

Cumple con la condición de diseño de la ecuación (4)

Deflexión

En este caso se usara el máximo momento de la carga de viva de servicio no factorada de la viga considerando el propio peso (figura 3.7).

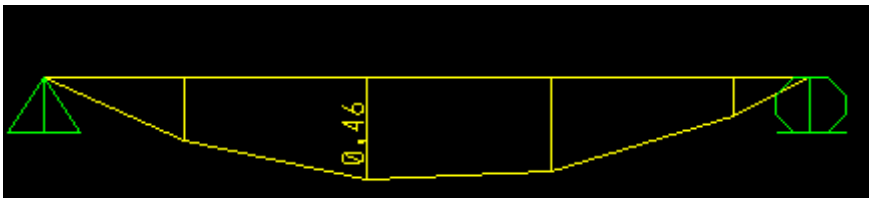


FIGURA 3.8. DIAGRAMA DE CORTANTE PARA CARGA DE SERVICIO

La viga debe cumplir con la siguiente relación:

$\Delta \leq L/360$ ecuación (5)

La máxima deflexión vertical puede ser calculada usando la siguiente formula:

$\Delta = M L^2 / C1\ Ix$ ecuación (6)

Donde el valor C1 es obtenido de la figura del apéndice G se calcula la máxima deflexión:

$\Delta = (0.46)(7)2/(169)(11.3)$

$\Delta = 0.012$ pulgadas

a) Se compara la relación de diseño para deflexión

$\Delta \leq L/360$

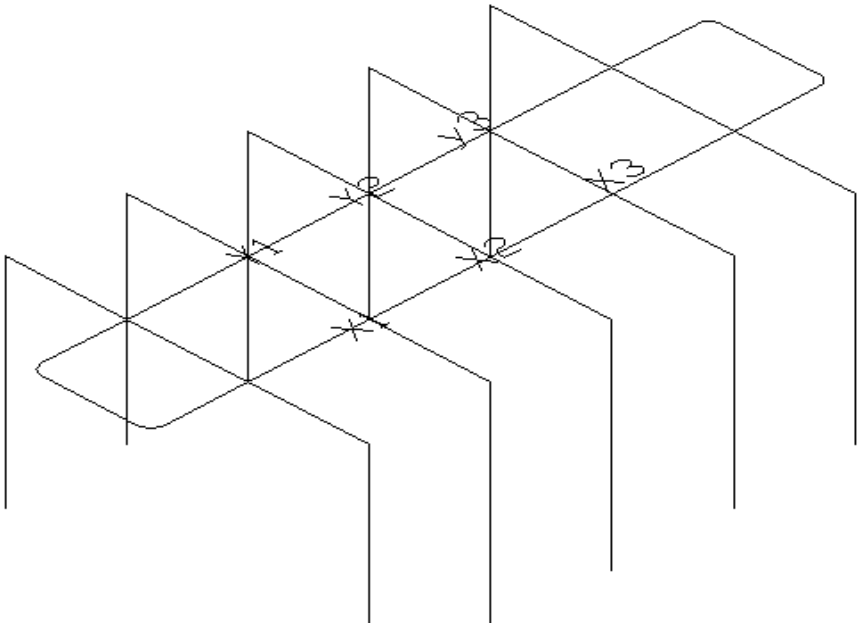
$0.012 \leq 7/360$

$0.012 \leq 0.019$

Cumple con la condición de diseño de deflexión, momento y cortante el perfil HEB100 para ser usado en el transportador aéreo como guía del trolley.

b) Diseño de la Estructura de Soporte para el Perfil Guía y las Carga que Soporta.

Esta estructura estará compuesta por pórticos separados a 7 ft de distancia, cada pórtico estará soportado por columnas y soporta el perfil con sus cargas en los apoyos (X,Y) y así sucesivamente. Primeramente se calcula las reacciones cuando contenga la máxima carga , para el análisis se considera dos tramos X1 hasta



X2 y X2 hasta X3 de la figura 3.8

FIGURA 3.9. PUNTOS X,Y EN LOS PÓRTICOS

Primeramente se determina las reacciones; principalmente en el apoyo del centro entre X1 Y X3 de la figura 18, cuando contenga la máxima carga y esta a su vez va ser la fuerza en el punto X2 que se aplicara al pórtico y será la misma para Y2. En la figura 3.9 se muestra el valor de la reacción esta es:

RX2= 0.59 Kip (2624,5N)

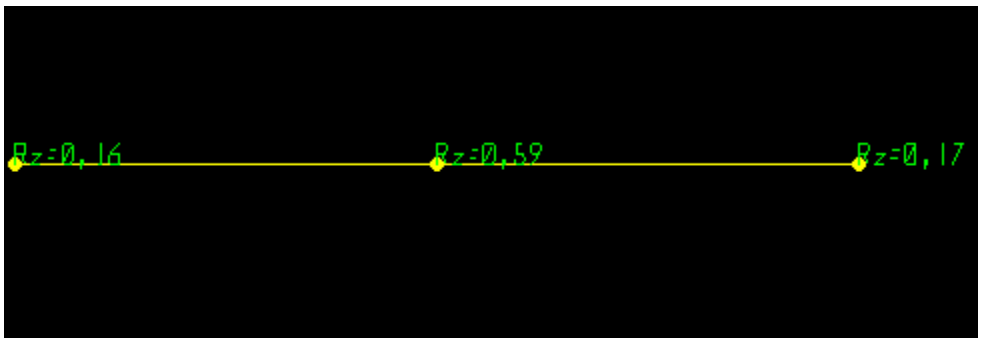


FIGURA 3.10. DETERMINACIÓN DE LAS REACCIONES

Esta reacción va ser la misma en el punto Y2, entonces se diseña el pórtico con las fuerzas en los puntos (X2,Y2) estos valores son iguales (0.59 Kip). A esta carga se le suma el 20 % para considerar la carga de impacto y se convierte a carga factorada este valor en conjunto va ser:

0.59x20%=0.12 Kip

Carga total = 0.12 + 0.59 =0.71kip (3158N)

Pu=1.6x(0.71)

Pu=1.14 Kip (5071N)

Una vez analizado las anteriores consideraciones se a realiza el diseño del pórtico con aplicación del programa Sap 2000 aplicando el método LRFD.

Primeramente se debe asegurar de trabajar con las unidades correspondientes en este caso Kip-ft, el botón que lo activa se encuentra en el extremo inferior derecho de la pantalla de Sap 2000 .

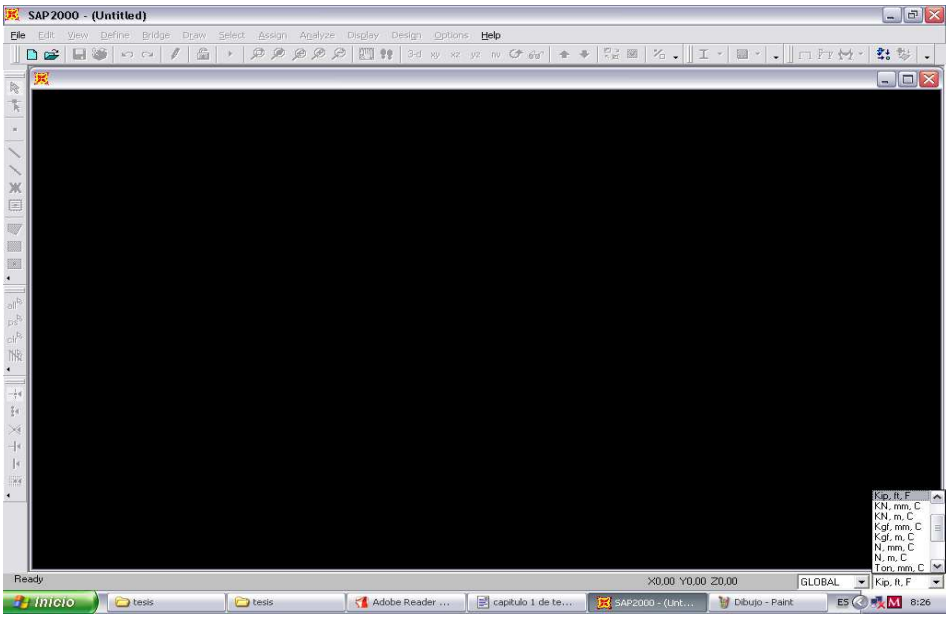


FIGURA 3.11. BARRA DE MENÚ Y HERRAMIENTAS

Generación Automática del Pórtico Tridimensional

Para abrir un modelo se sigue la siguiente secuencia

File + New Modelo from Template...

Tal como se muestra en la figura 3.11

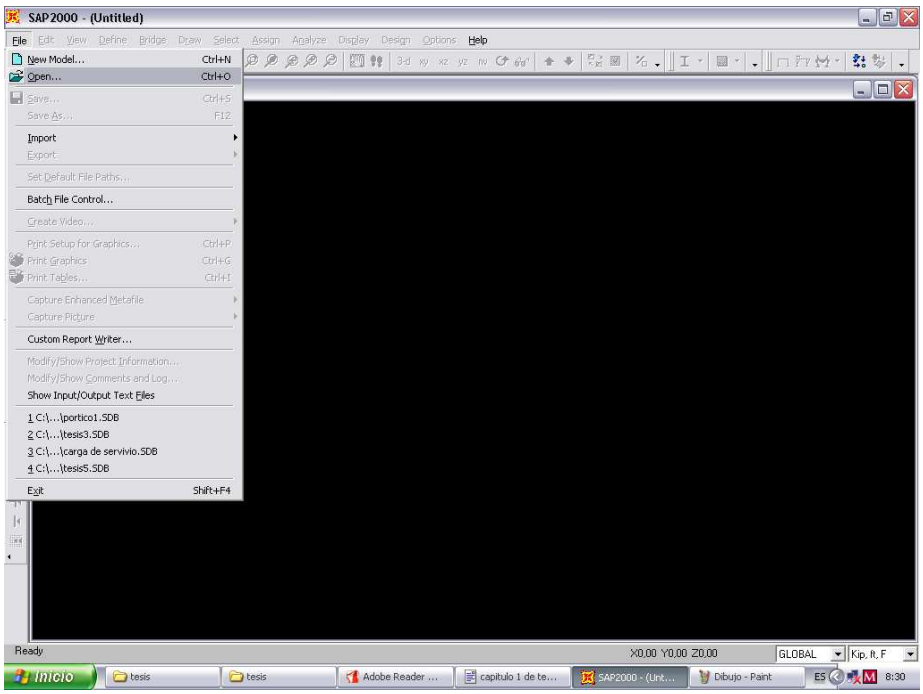


FIGURA 3.12. CUADRO DE SECUENCIA DE COMANDOS

Después de la secuencia anterior. Se selecciona el modelo que se encuentra en la ventana Model Templates . Se da clic en el modelo que esta en la columna 1, fila 2.

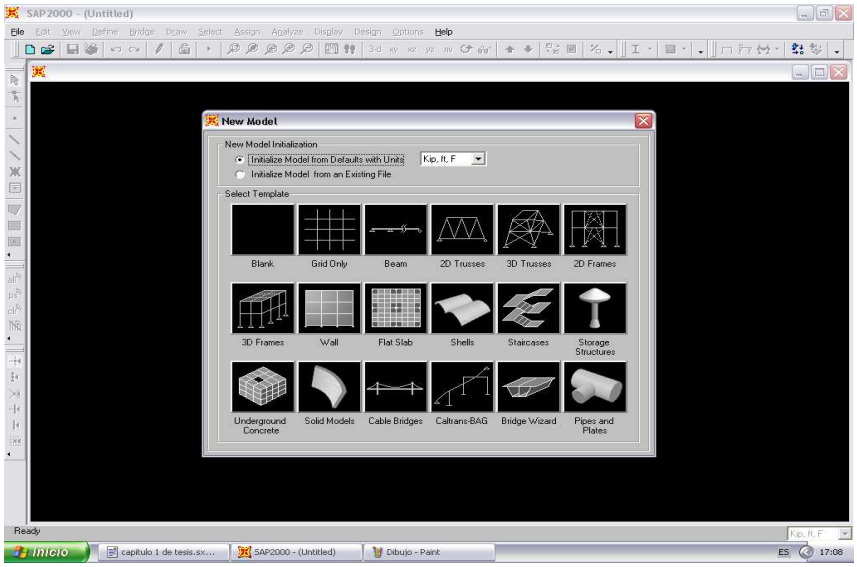


FIGURA 3.13 CUADRO DE MODELOS PARA DISEÑAR

El modelo tridimensional a ser analizado se muestra en la figura 3.13

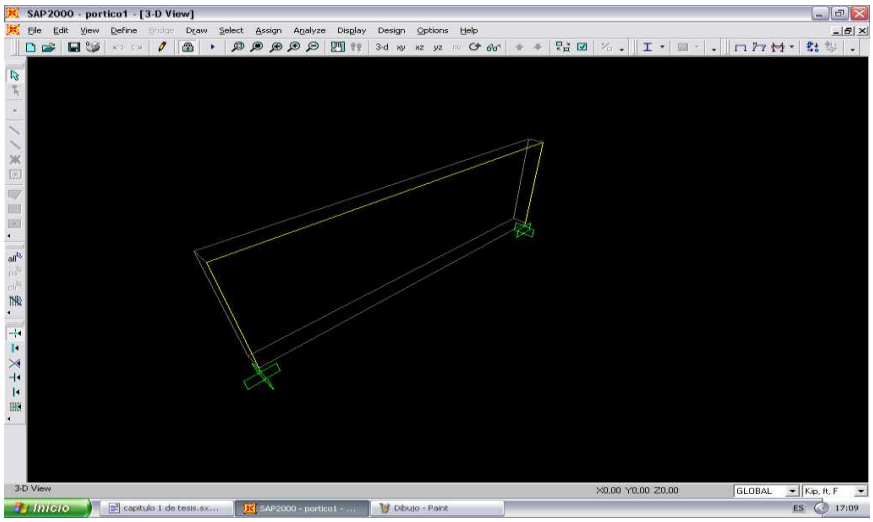


FIGURA 3.14. PÓRTICO TRIDIMENSIONAL DE LA ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR AÉREO PARA SER ANALIZADO CON EL PROGRAMA SAP 2000

Para colocar los empotramientos en la parte inferior de las columnas se debe marcar todas las partes inferior.

Se debe dar clic en el botón del cuadro de restricciones que se muestra en la figura 3.14

FIGURA 3.15. CUADRO DE RESTRICCIONES

Una vez realizado lo anterior se procede a ingresar los datos del material que se va trabajar en este caso acero estructural A36

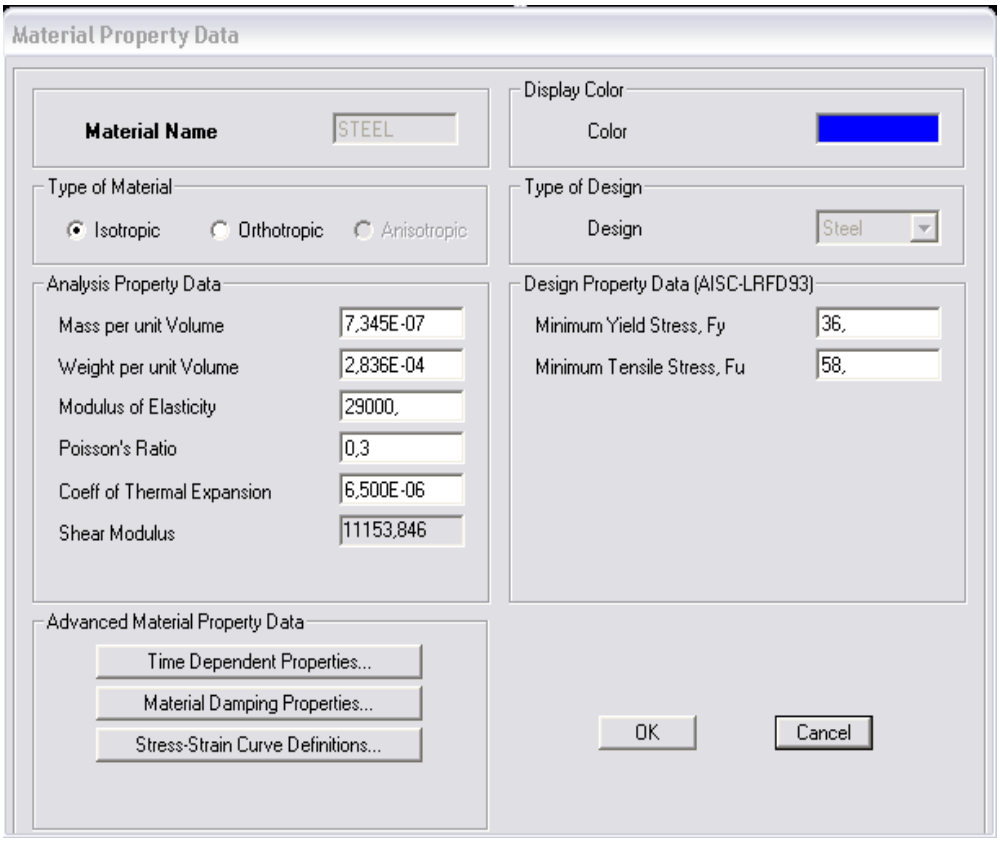


FIGURA 3.16. DATOS DEL ACERO ESTRUCTURAL A36

Luego, se debe definir las secciones, donde se va escoger los perfiles que tendrán las vigas y las columnas donde se procede a seleccionarlos del recuadro que se muestra en las figuras 3.16 y 3.17

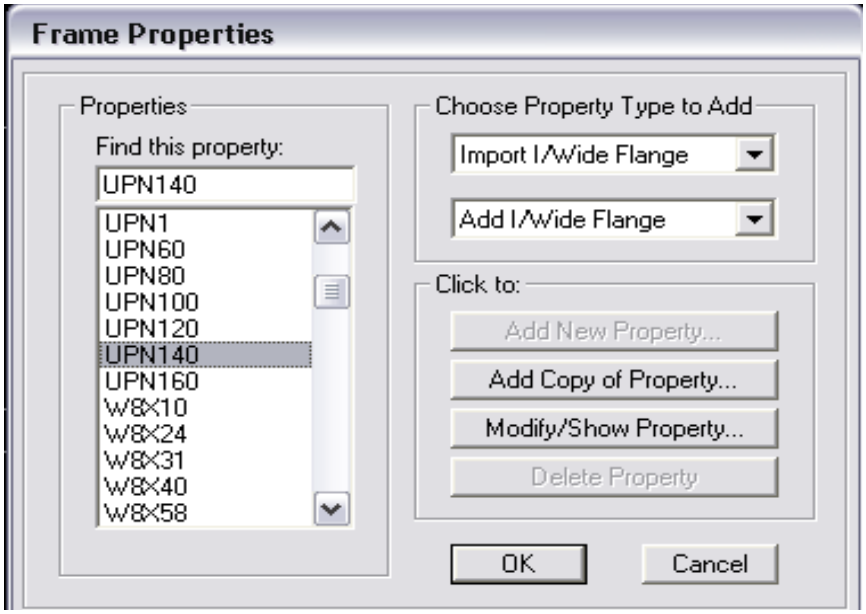


FIGURA 3.17. SELECCIÓN DEL PERFIL UPN140 PARA LA VIGA DEL PÓRTICO

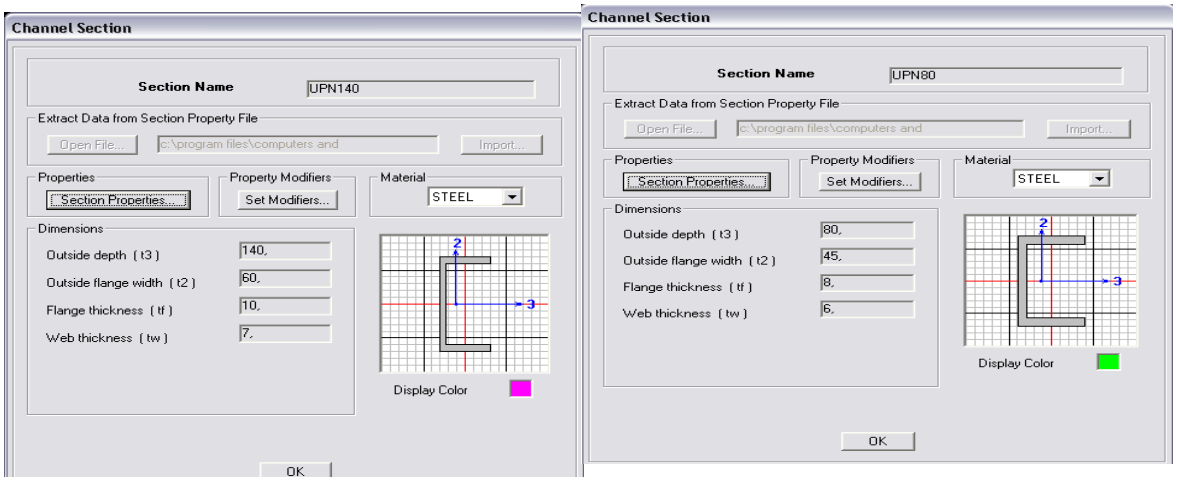


FIGURA 3.18. SELECCIÓN DEL PERFIL UPN80 Y UPN140PARA LAS VIGAS Y COLUMNAS DEL PÓRTICO.

En la figura 3.18 se puede observar a la estructura tridimensional con sus secciones asignadas

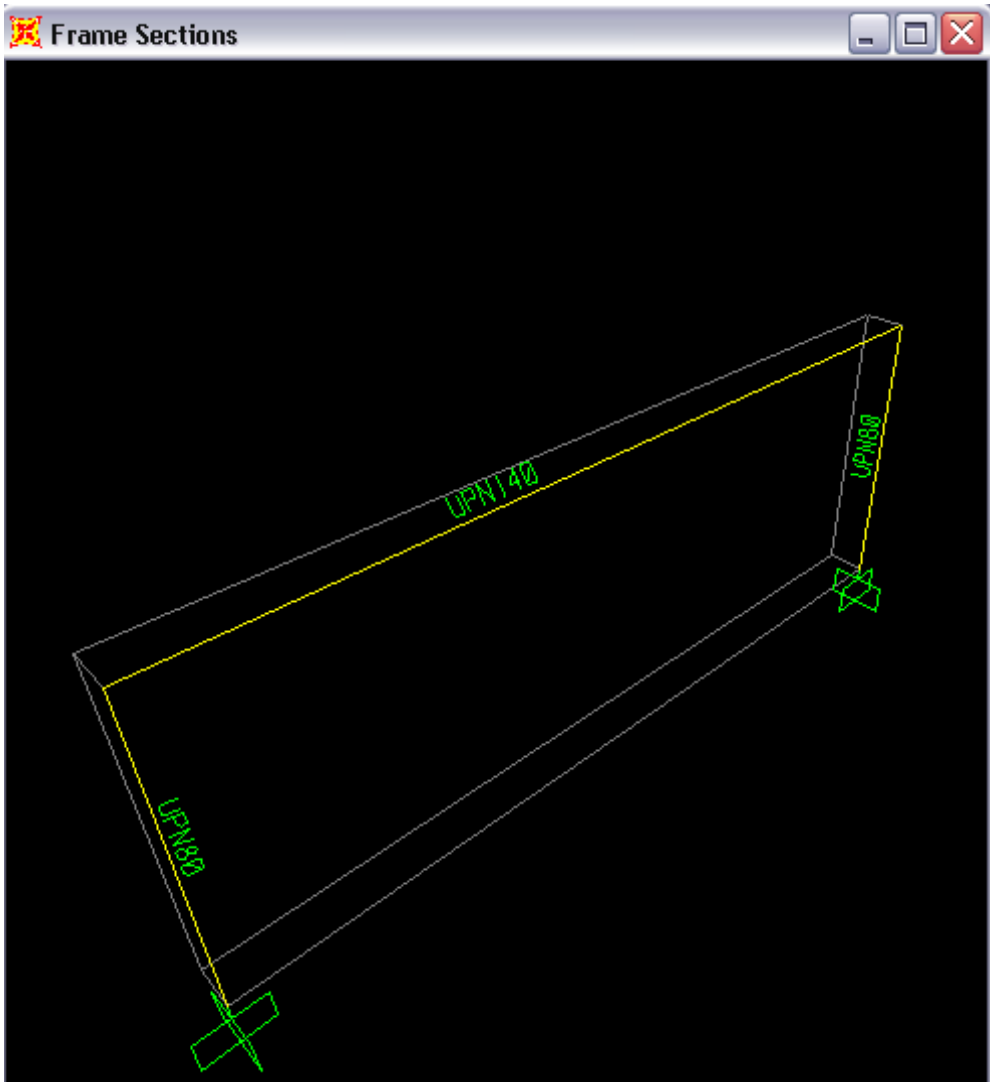


FIGURA 3.19. SECCIONES ASIGNADAS AL MODELO ESTRUCTURAL

A continuación se muestra la distribución de cargas que tendrá el pórtico pero en este caso, se va analizar un pórtico. Las cargas vivas son puntuales y estas se tienen para el otro pórtico igualmente.

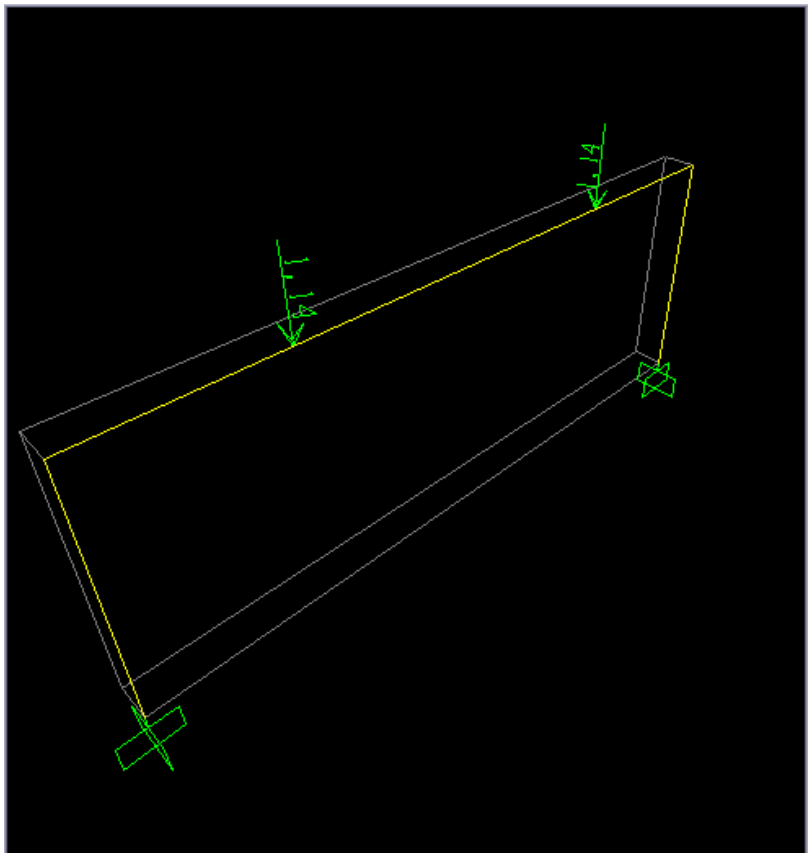


FIGURA 3.20. MODELO TRIDIMENSIONAL DEL PÓRTICO CON LAS CARGAS APLICADAS

Después se realiza la combinación de carga tanto la carga viva aplicada como la carga muerta que es propio peso del pórtico.

Finalizando las secuencias anteriores, el programa nos pide guardar el modelo una vez guardado el modelo estamos en condiciones de obtener momentos, reacciones, desplazamientos, cortante, etc. Previamente después de haber realizado el análisis que se muestra en la figura 3.20

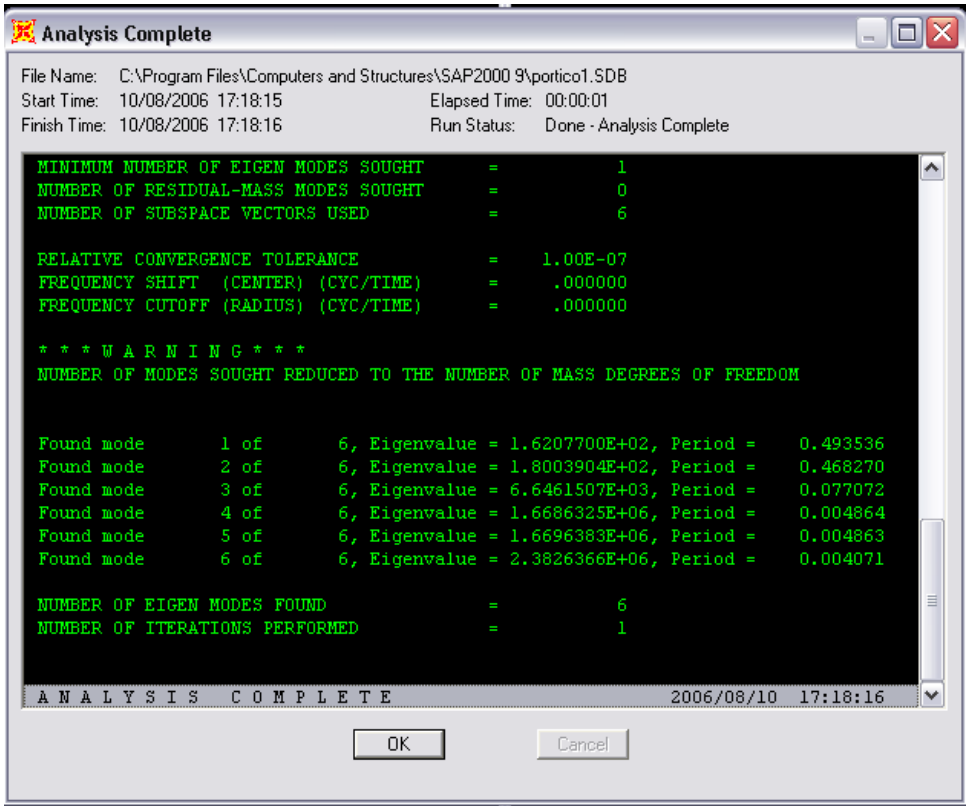


FIGURA 3.21. CUADRO DEL ANÁLISIS COMPLETO

Una vez realizado el análisis se procede a diseñar el pórtico dando clic en el botón:

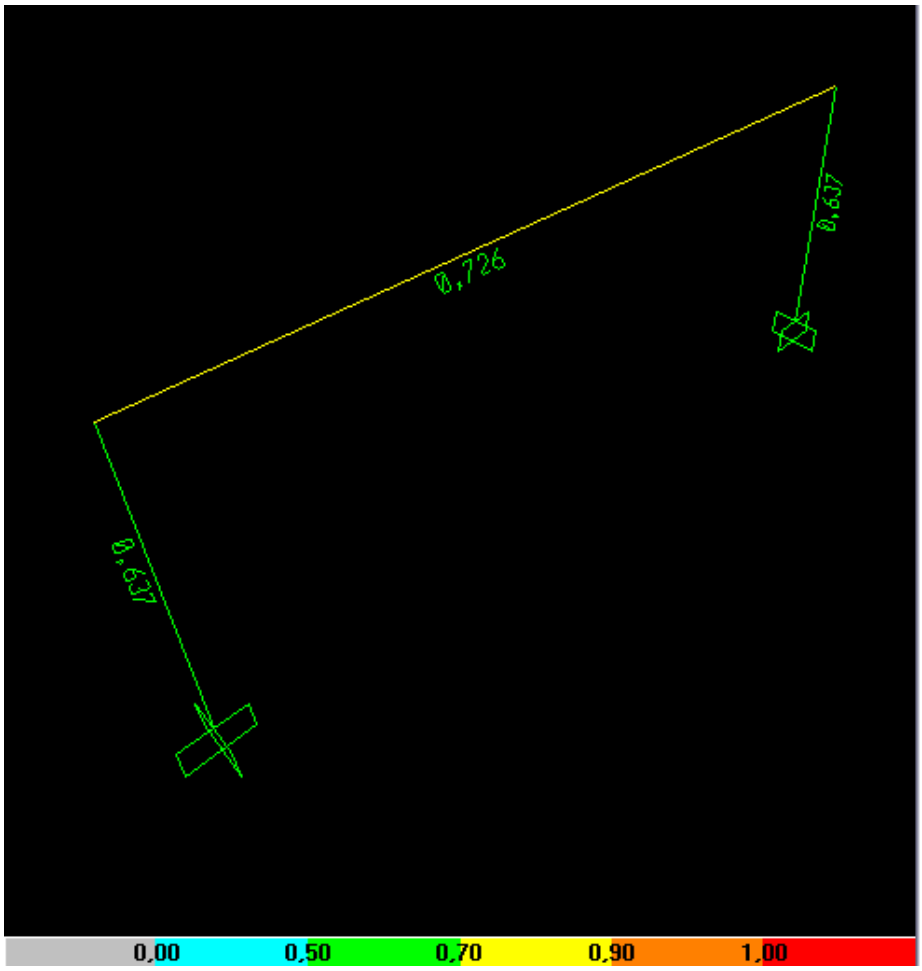


FIGURA 3.22. DISEÑO DEL PÓRTICO

Donde trabaja perfectamente el pórtico al realizar el diseño, tal como se muestra en la figura 3.21 ;debido a que adquiere un color verde de

la franja de colores, donde es un color aceptable con valor 0.5 a 0.7 < 1 color rojo.

Una vez diseñado el pórtico con sus dos columnas UPN80 y la viga de este UPN140 se procede a diseñar la soldadura que unirá al pórtico del perfil guía.

Diseño de la soldadura

El diseño de la soldadura se lo va realizar mediante el proceso SMAW (Submerged are Welding) usando Electrodos E 70 para perfiles A36 donde se aplica el principio de la siguiente relación:

$Pu \leq \Phi Rn$ ecuación (7)

Donde:

Pu=Carga de diseño

Rn= Resistencia de diseño de la soldadura

Φ =Factor de resistencia

$Rn = Fw\ Aef$ ecuación (8)

Donde:

Fw=Fuerza nominal del material del electrodo de soldadura (Ksi)

Aef=Área efectiva

Fw= 0.6 FE;

Donde Φ=0.75 factor de diseño que se escoge de la tabla del apéndice H

FE= Fuerza del metal de soldadura(Ksi)

FE= E70

Fw= 0.6(70) y Aef= 0.707 a L

Siendo:

L=Longitud de soldadura

a=Mínimo tamaño de filete de soldadura; que se lo encuentra en la tabla del apéndice H

Entonces.

$Pu \leq 0.75\ (Fw)(Aef)$

$Pu \leq 0.75(0.6)(70)(0.707)(a)(L)$

Pu= 1.14 Kip carga factorada que se dan en la Unión del pórtico y perfil.

$1.14 \leq 22.3(a)(L)$

L= 7.87 pulgadas y a = 3/16 pulgadas para materiales de espesor entre ¼ y ½ pulgadas y debido a que la UPN140 tiene tf = 5/16 pulgadas. Se procedió a seleccionar el valor de a anteriormente citado; con estos datos se procede a realizar el cálculo y la comparación de la relación de diseño.

$1.14 \leq 22.3(5/16)(7.87)$

$1.14 \leq 55$

Por lo tanto la carga de diseño es menor que la resistencia de diseño de la soldadura y de esta manera en la unión del pórtico y el perfil va trabajar de la mejor manera.

c) Selección del Engrane

Primeramente se selecciona la cadena a usar en le transportador aéreo para luego proceder a seleccionar el engrane. La cadena a usar va ser como se muestra en la figura 3.22, con paso de 50.8 mm seleccionado de la tabla 3.2 y las medidas de trolley.

TABLA 3.2
MEDIDAS DE CADENA Y TROLLEY

CADENA							TROLLEY		
A	B	C	D	E	Carga de Rotura	Peso por Metro	F	G	H
50,8	12	19	6,5	4,7	3000	1,5 kg	80	100	19
101,2	20	38	15	4,7	3000	4 kg	100	140	37
101,2	20	38	15	6,35	6000	6 kg	100	140	37

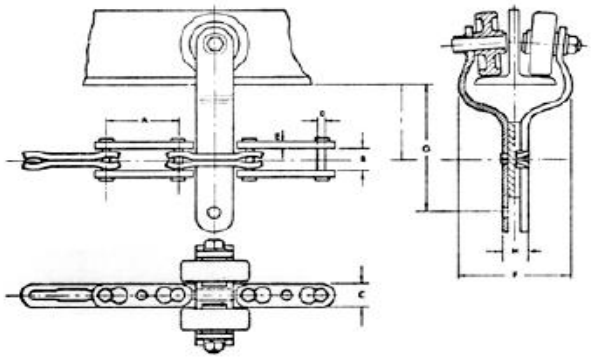
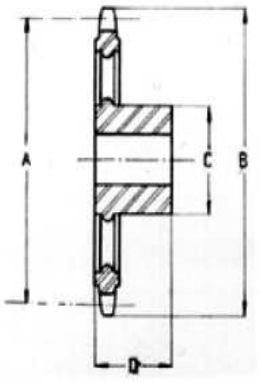


FIGURA 3.23. SISTEMA CADENA- TROLLEY

Seleccionada la cadena se procede a seleccionar el rodamiento en este caso; se usara rodamientos cubierto de goma para evitar el ruido en el movimiento de la carga. Los rodamientos a usar son RCSMB17/65-FA106 con diámetro interior de 17 mm , por que se va usar pernos de 12,7 mm de diámetro dejando 4.3 mm de holgura entre el perno y el rodamiento. Las otras medidas del rodamiento están en el apéndice L. También se selecciona los ganchos que se encuentran en el apéndice K.

Seleccionada la cadena, ganchos, trolley y rodamiento. A continuación se va mostrar las diferentes medidas de engranes. Seleccionando uno con diámetro de 420 mm. y 12 dientes para un paso de 50.8 mm.

TABLA 3.3
MEDIDAS DEL ENGRANE



ENGRANAJES					
Paso	**Dientes**	**A**	**B**	**C**	**D**
50,8	12	392,4	420	100	85
101,4	13	844	873	120	90
101,4	14	907,1	939	120	90
101,4	16	1041	1071	120	90

El transportador aéreo debe tener cuatro esquinas con radio de curvatura de 0.21m, en una de las esquinas va el engrane anteriormente seleccionado y en las otras tres esquinas debe tener 3 discos con las mismas dimensiones del engrane a diferencia que estos van a ser sólidos para que la cadena realice la curvatura del transportador aéreo. El soporte brida y las dimensiones del eje motriz serán los mismos para los discos en cada esquina del transportador tal como se muestra en la figura 3.23.

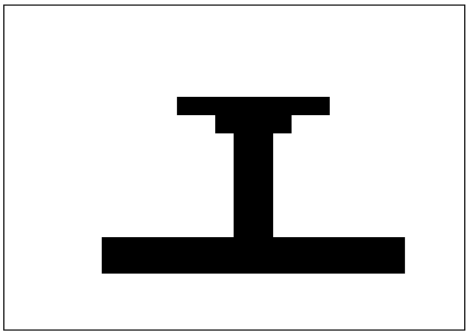


FIGURA 3.24. DISCOS EN LA ESQUINAS DEL TRANSPORTADOR AÉREO

d) Selección del Motorreductor

Para seleccionar el motorreductor se tiene que calcular el torque que necesitara para mover cierta inercia a una velocidad de Rotación Para ello se determina primeramente la velocidad de rotación y luego la inercia.

Determinación de la Velocidad de Rotación.

Para calcular la velocidad primeramente se necesita la velocidad Lineal que llevara la cadena. Como la longitud del túnel es 20 m y los 39 cilindros deben recorrer toda esta distancia en 3 minutos se tendrá la velocidad lineal como se muestra a continuación:

$V = d / t$ ecuación (9)

V= 20 / 180 Seg.

V= 0.11 m / Seg.

Esta velocidad es la velocidad tangencial en el engrane y como este tiene un radio de 0.21 m la velocidad angular es:

$\omega = V / r$ ecuación (10)

$\omega = 0.11 / 0.21$

$\omega = 0.53$ rad / seg.

Para convertir a revoluciones por minuto:

0.53 rad / seg. x 1 Rev/ 2? x 60 seg. / 1 min. = 5 R.P.M.

Por lo expuesto, se necesita una velocidad de rotación del engrane de 5 RPM para que pueda recorrer los 39 cilindros en 3 minutos.

Determinación de la Inercia

La inercia total que se tiene que mover por un motorreductor ; se la obtiene de la masa del eje motriz (inercia del eje motriz) , masa del engrane (inercia del engrane) y realizando la suma de la masa de todos los cilindros, ganchos, rodamientos, soporte, pernos y cadena

para obtener una masa total (inercia de la masa de los cilindros y accesorios) tal como se muestra en la figura 3.24.

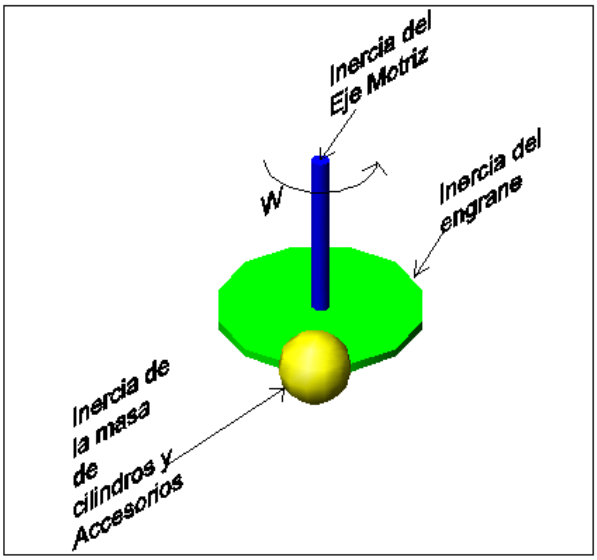


FIGURA 3.25. INERCIAS EN EL SISTEMA DE ROTACIÓN

Inercia del engrane

El engrane se lo va considerar para facilidades de calculo en forma de una disco solido a continuación el calculo.

$I_{engrane} = ½ m r 2$ ecuación (11)

Iengrane = ½ (15)(0.21)2= 0.33 Kg-m2

Inercia del eje motriz

Se la obtiene a partir de la ecuación (11) la masa es 4.2 Kg y un radio aproximado de 0.0175 m.(En el apéndice C se muestran las dimensiones para la realización de un eje motriz).

$I_{eje} = ½ m r^2$

$I_{eje} = ½ (4.2)(0.0175)^2$

$I_{eje} = 9 \times 10^{-4}$ Kg-m2

Inercia de la masa total de cilindros y accesorios

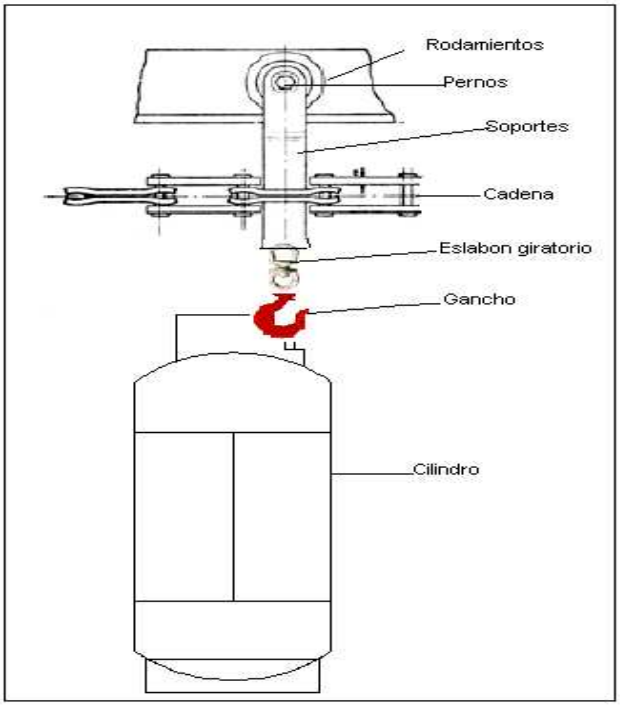


FIGURA 3.26. ELEMENTOS DEL TRANSPORTADOR AÉREO

La inercia se la obtiene a partir de la sumatoria de la masa de los cilindros y demás accesorios (la figura se muestra los cilindros y accesorios); calculando la inercia con respecto al eje del engrane a través de la siguiente formula:

$I = M \times r^2$ ecuación (12)

M= Masa total de cilindros en el interior del túnel y accesorios=1050Kg

I = 1050 (0.21)

I = 67 Kg-m2

Luego, se suma todas las inercias de la masa a mover se obtiene la inercia total.

$I_{total} = 0.33 + 67 + 9 \times 10\text{-}4 = 67.33$ Kg-m2

Calculo de la Aceleración Angular (α)

Una vez encontrada los parámetros anteriores se debe encontrar la aceleración angular que tendrá el engrane a través de la formula:

$\alpha = \omega o^2 - \omega f^2 / 2\theta$ ecuación (13)

Donde θ va ser el arco de contacto entre la cadena y el engrane y estos en conjunto llevaran periódicamente movimientos con un ángulo de contacto $\theta = \pi/2$.

$\alpha = (0.53)^2 / 2 (\pi/2)$

$\alpha = 0.22$ rad/ seg²

Cálculo de Par Motor

Calculo del par motor para mover la inercia antes calculada a una aceleración angular θ= 0.24 rad/ seg2 será calculada a través de la formula:

$T = I_{total} \times \alpha$ ecuación(14)

$T = 67.33 \times 0.22$

$T = 14.8$ N – m

Aplicando un factor de seguridad FS = 3, se tiene:

$T = 14.8 \times 3 = 44.4$ N-m

Con el par motor a seleccionar el motorreductor hay que cumplir con las siguiente relaciones que da el catalogo de bonfiglioli del apéndice C.

$Mn2 \geq Mc2 \quad Mr2 \leq Mn2$

Siendo :

Mn2 = Par transmitible referido referido al eje de entrada del reductor

Mr2= Par solicitado para la aplicación= 44.4 N-m

Mc2= Par de calculo

$Mc2 = Mr2 \times fs \times ftp$ ecuación(15)

fs= Factor de servicio

ftp=factor de corrección

$Mc2=44.4 \times 1 \times 1= 44.4$ N-m

Entonces con Mc2 y Mr2 se procede a seleccionar el motorreductor siendo estos 2 parámetros menor que Mn2. El motor reductor a seleccionar es VF 49_ 60 con un Par Mn2 = 45 N-m a una velocidad en el eje de salida del reductor de 23.3 RPM (Cumple con la Norma

Atex ver apéndice B) obtenida de la tabla de motorreductores del apéndice C.

Diseño del eje motriz

Para realizar el diseño del eje motriz se debe considerar ciertas situaciones la primera el eje motriz se ubica en forma vertical, se va asumir que las fuerzas están ubicadas en el eje tanto momentos fluctuantes como par de torsión y carga axial

Primeramente se procede analizar la rigidez del eje motriz para asegurar que no exista problemas de pandeo. Ahora se calcula la carga crítica con la ecuación, para verificar que la carga que se aplica esta por debajo de la carga critica que origina el pandeo.

$Pcr = \pi^2 EA / (KL/\rho)^2$ ecuación (16)

Donde:

K : Constante que depende de la fijación de la columna para aplicaciones practicas K=2.1

L : Longitud de la columna L=350 mm

ρ: Radio giro ; $\rho = (I / A)^{1/2}$

E: Modulo de elasticidad; para el acero E=207Gpa

A: Área de la sección transversal

$Pcr = \pi^2 (207)(\pi)(0.0254)^2/4(116)^2$

Pcr= 76933 N

Se le va aplicar un factor de diseño nf a la carga critica para que tener una carga mas segura.

$Ps = Pcr / nf$ ecuación (17)

Ps= 76933 / 3

Ps= 25644N

188.2 N < 25644N

Se procede a comparar con la carga axial que soporta el eje motriz (P =188.2N) y se puede concluir que el eje motriz esta en condición aceptable para trabajar sin llegar a pandearse.

Análisis de carga estática

Primeramente se calcula la cargas que actúan sobre el eje motriz propio peso y del engrane (P= 188.2 N).

Se procede a realizar el calculo usando como material el acero de transmisión SAE 1018, a continuación las formulas que permitirá encontrar el esfuerzo axial en comprensión y el esfuerzo de torsión en un eje macizo.

$$\sigma_y = P / A = 4Ps / \pi d^2 \qquad \text{ecuación (18)}$$

$$\zeta_{yx} = T \times r / J = 16 \times T / \pi d^3 \qquad \text{ecuación (19)}$$

Es posible omitir el análisis del círculo de Mohr en el caso especial de flexión y torsión combinadas cuando se determinan σ_A y σ_B para utilizarse en teorías de falla de materiales. Los esfuerzos de flexión y torsión combinadas son σ_y y ζ_{yx} Después, un círculo de Mohr de este estado de esfuerzo revelara que los dos esfuerzos principales con valor distinto de cero son:

$$\sigma_A, \sigma_B = \sigma_y/2 \pm [(\sigma_y/2)^2 + \zeta_{yx}^2]^{1/2} \qquad \text{ecuación(20)}$$

De esta manera se puede calcular al escoger la teoría del esfuerzo cortante máximo como base del diseño. Donde el esfuerzo cortante

máximo se puede determinar a partir del diagrama de un círculo del círculo de Mohr y es:

$\zeta max = [(\sigma y/2)^2 + \zeta yx^2]^{1/2}$ ecuación (21)

Sustituyendo tenemos lo siguiente:

$\zeta max = 2 / \pi d^3 [(Pd)^2 + (8T)^2]^{1/2}$ ecuación (22)

Con base en el factor de diseño dado, este esfuerzo cortante se debe apegar a:

$\zeta max \leq Ssy / nd$ ecuación (23)

$Ssy = Sy/2$ ecuación (24)

El diámetro del eje motriz va ser 35 mm, pero se analiza un diámetro de 25.4 mm. Para garantizar la resistencia del eje motriz ante posibles reducciones de diámetro. Una vez establecida la carga que soportara el eje motriz tanto axial como par de torsión y la dimensión del diámetro con la cual se realiza los cálculos para posterior análisis.

$\sigma y = 4(188.2) / \pi(0.0254)^2$

$\sigma y = 0.37Mpa$

$\zeta yx = 16 \times 45/? \times (0.0254)^3$

$\zeta yx = 15Mpa$

$\sigma A,\sigma B = 0.23/2 \pm [(0.23/2)^2 + 7.63^2]^{1/2}$

$\sigma A = 15.1 Mpa$

$\sigma B = -14.8 Mpa$

$\zeta max = 2 / \pi \times (0.0254)^3 [(188.2 \times 0.0254)^2 + (8 \times 45)^2]^{1/2}$

$\zeta max = 14.91 Mpa$

Entonces se calcula el factor de seguridad una vez determinado el máximo esfuerzo cortante ζ max

$14.9 \leq Ssy / nd$

Donde; $Ssy = 275/2 = 137.5$

$nd = 137.5/14.9$

$nd = 9$

Análisis de Resistencia a la Fatiga

Primero se encuentra la resistencia a la fatiga del eje motriz y luego se calculan los esfuerzos, finalmente se relacionan estos valores para obtener el factor de seguridad.

Entonces se tiene la resistencias mínimas del acero de transmisión SAE 1018 son Sut= 475 Mpa y Sy = 275 Mpa. Marín propone algunos factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico, el mismo que se muestran en la ecuación (25)

Se = S´e x Ka x Kb x Kc x Kd x Ke ecuación (25)

Como Sut < 1400 Mpa , entonces Se´ es igual a :

S´e=0.504xSut ecuación (26)

S´e = 0.504x475

S´e =239.4Mpa

Para determinar Ka (factor de superficie) se considera que el eje motriz tiene un acabado de maquinado, entonces se tiene:

Ka= a(Sut)^-b ecuación(27)

Donde los factores a y b para acabado de superficie son los siguientes:

a=4.51 Mpa

b= -0.265

Ka=4.51(475)^-0.265

Ka= 0.88

Para determinar Kb (factor de tamaño) , se utiliza la siguiente ecuación

:

Kb=(d / 7.62)^-0.1133 ecuación(28)

Kb= (25.4/7.62)^-0.1133

Kb=0.87

En el factor de diversos Ke efectos se ha considerado a la corrosión como el factor principal que reduce la resistencia a la fatiga asignándole un valor Ke=0.9

El eje motriz soporta carga axial y de torsión por lo tanto el factor de carga. Kc = 0.58

El factor de temperatura Kd debido que el eje motriz trabaja a temperatura ambiente.

Kd= 1

Todos los factores determinados se los sustituye en la ecuación (25) y se realiza el cálculo de tal manera que:

Se = 239.4 Mpa x 0.88 x 0.87 x 0.58 x 1 x 0.9

Se= 95.7 Mpa

Ahora, se calculan los esfuerzos alternantes y medios, pero primeramente se calcula a través de las formulas los torques medios y alternantes; así como la carga axial media y alternante:

Tm = Tmax + Tmin / 2 = (45 + 0) /2 = 22.5 N-m

Ta = Tmax – Tmin = (45 – 0)/2 = 22.5 N-m

Pm=Pmax + Pmin / 2 = (25644+188.2) / 2 = 12916 N

Pa = Pmax – Pmin / 2 = (25644 -188.2) / 2= 12728 N

Los esfuerzos alternantes y medios son :

σ_{ym} = Pm / A = 4Pm / πd^2 =4(12916)/?(0.0254)² = 25.5Mpa

σ_{ya} =Ka(Pa / A) = 4Pa / πd^2 = 1.083[4(12728)/?(0.0254)²] =27.2Mpa

ζ_{yxm} = Tm x r / J = (16Tm) / πd^3 = 16(22.5)/ (?)(0.0254)³ = 7.5 Mpa

ζ_{yxa} =Kfs Ta x r/ J=Kfs(16Tm)/πd^3=(1.5)(16)(22.5)/ (?)(0.0254)³=11.2 Mpa

Luego , se determina los esfuerzo a través de la ecuación

$\sigma`$ = [(?y)² + 3(ζ_{yx})²]½ ecuación (29)

$\sigma`a$ = [(27.2)² + 3(11.2)²]½ = 33.4Mpa

$\sigma`m$ = [(25.5)² + 3(7.5)²]½ = 28.2Mpa

Haciendo uso de la ecuación de Goodman modificada se tiene:

σa/Se + σm/Sut = 1/n ecuación (30)

33.4/95.7 + 28.2/475 = 1/n

n =2.5

TABLA 3.4
FACTORES DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES MATERIALES

Material AISI/SAE -ASSAB	Resistencia		Esfuerzo máximo de corte (Mpa)	Factor de seguridad n	Limite de resistencia a la fatiga Se (Mpa)	Factor de seguridad Goodman modificada n
	Ultima Sut	Fluencia Sy				
AISI/SAE 1018 transmisión	475	275	14.9	9	95.7	2.5
AISI 1040 transmisión	630	350	14.9	11.7	126.88	3.2
AISI C1045-ASSAB 760	565	310	14.9	10.33	113.82	2.9
AISI 304 inoxidable	586	241	14.9	8	118	3.02
AISI 4140 ASSAB 709	880	680	14.9	22.7	177.2	4.5

De la tabla 3.4 se selecciona el acero AISI 1018 para la fabricación del eje motriz.

Selección de Poleas

Primeramente se determina la relación de velocidad, donde se la obtiene al dividir las R.P.M. del eje mas rápido entre las R.P.M. del eje más lento de la siguiente manera:

$R = n2/nr$ ecuación(31)

Donde:

R= Relación de velocidades

n2: Velocidad de rotación a la salida del reductor

nr: Velocidad de rotación que se requiere

R= 23.3 / 5

R= 4.66

Luego, se procede a determinar las poleas en la tabla del apéndice L se selecciona la polea con diámetro exterior 14 in para luego obtener la polea más menor tal como sigue:

14 / 4.66 = 3 pulgadas

Donde 3 va ser el diámetro exterior de la polea menor donde esta medida se encuentra en la tabla del apéndice L.

Determinación de la distancia entre centros y el largo de la banda

Debido a que no se especifica la distancia entre centro se procede a calcular de la siguiente manera:

$C = (D + 3d)/2$ ecuación (32)

Donde:

C: distancia entre centros

D: Diámetro exterior de la polea mayor

d: Diámetro exterior de la polea menor

$C = [14+3(3)]/2$

$C = 11.5$ pulgadas

Así mismo el largo de la banda Lb se lo calcula con la siguiente formula:

$Lb = 2C + 1.57 (D+d) + (D-d)^2 / 4C$ ecuación (33)

$Lb = 2(11.5) + 1.57 (14 + 3) + (14-3)^2 / 4(11.5)$

$Lb = 52.32$ pulgadas

De la tabla del apéndice L indica que el largo de banda en existencia mas cercano para bandas 3V es de 50 in. Ahora se procede a determinar la distancia entre centros correcta ahora que se conoce el largo de la banda a través de la formula:

Distancia centros=[L-1.57(D+d) – $(D-d)^2$ / (1.57)(L-R)] / 2 ecuación(34)

Distancia de centros= [50-1.57(14+3) – $(14-3)^2$ / (1.57)(50-4.66)] / 2

Distancia de centros=10.8 pulgadas

Luego, se procede a encontrar en número requerido de bandas. Donde se observa la tabla del apéndice L ," factor de corrección de arco G ".

Primeramente se calcula:

(14-3) / 10.8 = 1.02 donde por interpolación el factor = 0.81

Ahora se procede a encontrar los caballos de fuerzas para la banda en este caso bandas 3V.

En este caso por interpolación para la polea de diámetro menor debido a que esta ubicada en el eje mas rápido se encontró de la tabla del

Apéndice L de rangos de caballos de fuerza básicos para las bandas 3V indica Hp por banda de 0.07 Hp

De la misma manera se procede adicionar Hp por banda para una relación de velocidad de 4.66 es 0.01Hp.

Por lo tanto, la proporción de Hp por banda = 0.07 + 0.01 =0.08Hp

Donde este valor se debe multiplica por el factor de corrección de largo de banda = 0.96 de la tabla del apéndice L para un largo de banda 50in de corrección = 0.81; entonces:
Hp por banda corregido 0.08 (0.81)(0.96) = 0.062 Hp

Número de bandas = Diseño de Hp entre Hp corregido
Número de bandas = 0.15Hp/ 0.062 Hp

Número de bandas = 2.4 ~3 bandas

Por lo tanto las dos poleas son:

Polea motriz 3 3V 300 SH

Sh 1 ¼
Polea impulsada 3 3 V 1400 SK

Sk 1¼

Con bujes SH Y SK y bandas 3V donde sus medidas se las puede ver en el apéndice L

Selección de Rodamientos

Para seleccionar el rodamiento hay que tener las cargas que hay en el eje sean estas axial o radial, a continuación se procede a determinar la carga equivalente con la formula:

$P = X.Fr + Y.Fa$ ecuación (35)

Siendo:

P: carga dinámica equivalente

Fr: Carga radial

Fa: Carga axial

X: Factor radial

Y: Factor axial

Como la carga radial es nula, tenemos entonces la siguiente expresión:

$P=Y.Fa$

Siendo Y=1 por trabajar a baja velocidad, entonces tenemos:

P= (1)(188.2)

P=188.2N

Donde la capacidad de carga dinámica C para la selección del rodamiento se lo obtiene de la ecuación:

L10h= 10^6 / 60.n (C/P)^p ecuacion(36)

Donde;

p = 3 para rodamientos de bolas

L10h=30000 horas

P=188.2N

n=5RPM

Entonces;

C= [60(5)(30000) / 10^6]? (188.2)

C= 0.57 KN

El rodamiento puede alcanzar una vida ilimitada obteniendo la capacidad de carga estática a través de la relación:

$Co / Po \geq 8$ ecuación (37)

$Co = Po(8)$

$Co= 188.2(8)$

$Co=1.51$ KN

Donde se procede a seleccionar el rodamiento de serie 16206.104 que se encuentra en el apéndice L del catalogo FAG para un diámetro de eje 31.75 mm con resistencia a cargas dinámica C=19.3 KN y Co =11.2 KN. Luego se escoge el soporte de brida de fundición gris F206 donde las medidas se las encuentra en el apéndice L.

Ancho del Túnel

Para establecer las dimensiones del ancho del túnel debe considerarse el diámetro del cilindro y la distancia que van a ser instaladas la red de tuberías acero inoxidable 304-L

Luego con el diámetro del envase Φ= 34 cm, se procede a determinar donde deben situarse las boquillas de la red de tuberías, como se vera mas adelante las boquillas se deberán de colocarse a una distancia de 0.6m de la superficie como máximo basándonos en el apéndice F. Por lo tanto, el ancho del túnel será:

Diámetro del cilindro= 34 cm

Distancia de las boquillas a la superficie =30 cm

Tubería = 2.54 cm

Holgura = 18 cm

Ancho del túnel= 30(2) + 34 +2(18) = 130 cm=1.3m

El ancho de la maquina es 4m; por lo tanto, la parte del centro de la maquina será:

Parte del centro = 4 m – 2(1.3) = 1.4 m

Alto del Túnel

Se puede establecer la altura del túnel con los siguientes parámetros altura de los soportes del trolley, gancho, placa, altura del perfil y cilindro. Siendo el alto del túnel una distancia de 1.3 m.

3.3 Diseño proceso de lavado

Primeramente se debe calcular el caudal que se requiere para el agua necesaria para la parte cilíndrica tal como sigue:

Área de la parte cilíndrica

$As = \pi D\ L$ ecuación (38)

Donde:

D=Diámetro del tanque

L = Longitud del cilindro

$As = (0.34)(0.71)$

$As = 0.76\ m^2 = 8.2\ ft^2$

Área de la parte superior esférica

$Ae = \pi\ (D^2/4 + h^2)$ ecuación (39)

Donde;

h= Altura de la parte superior esférica

$Ae = \pi[\ (0.34^2 / 4)\ + (0.04)^2]$

$Ae = 0.1 m^2 = 1.03\ ft^2$

$Qs = As(\ d)$ ecuación(40)

Donde d es la densidad requerida para esta aplicación se la obtiene de la tabla 3.5.

Qs=8.2(0.25) = 2 GPM

Qe=1.03(0.25)=0.26GPM

La cantidad total de agua requerida para pulverizar toda la superficie del tanque:

Qt = Qs + Qe ecuación (41)

Qt=2 + 0.26 = 2.26 GPM

TABLA 3.5

DENSIDADES NORMALMENTE ACEPTADAS

	GPM/ft. Sq.	mm/min.
Transformadores		
Tapa y Laterales	0,25	10,18
Bajos	0,25	10,18
Suelo	0,15	6,11
Tendidos de Tuberías		
Superficie de la tubería	0,10	4,07
Area máxima de proyección sobre el suelo	0,50	20,35
Pies soporte	0,10	4,07
Tanques		
Paredes del tanque	0,25	10,18
Soportes	0,25	10,18

Una vez establecido el caudal se procede a determinar la disposición de la boquilla mas adecuada para el diámetro del cilindro donde se selecciona boquillas con ángulo de 60º obtenido de la tabla 3.6.

TABLA 3.6
ÁNGULOS DE BOQUILLAS PARA DIÁMETRO MÍNIMO DEL TANQUE

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10.0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Puede utilizarse este tipo de boquillas para diámetro menor de tanques siempre que se sitúen más próximos a la superficie del tanque. La máxima distancia es 0.6m como se ve en los gráficos del apéndice F. De la tabla 3.7 se determina el número de boquillas.

TABLA 3.7
NUMERO DE BOQUILLAS PARA LA SUPERFICIE CILÍNDRICA

Número de Boq.	Angulo entre Boquillas °	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
		30°		60°		90°		120°		140°	
		Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	—	.8*	,24	1.5*	,46	2 *	,61	*	*	*	*
2	180	1.5*	,46	3 *	,92	5 *	1,5	*	*	*	*
3	120	2.3	,70	4.6	1,4	8 *	2,4	*	*	*	*
4	90	2.8	,85	5.6	1,7	10.5	3,2	17*	5,2	*	*
5	72	3.4	1,0	6.8	2,1	12.5	3,8	20*	6,1	*	*
6	60	4.0	1,2	8.0	2,4	14.8	4,5	24*	7,3	*	*
7	53.5	4.5	1,4	9.2	2,8	16.7	5,1	26.7	8,1	*	*
8	45	5.2	1,6	10.4	3,2	19.5	5,9	30.8	9,3	*	*
9	40	5.8	1,8	11.7	3,6	21.9	6,6	35.1	10,6	*	*
10	36	6.5	2,0	12.9	3,9	24.5	7,4	38.8	11,7	*	*
11	37.7	7.1	2,2	14.2	4,3	27.7	8,2	42.6	12,9	*	*
12	30	7.7	2,4	15.5	4,7	29	8,9	45.0	13,6	58.0*	17,6

* Pérdida de Agua (exceso de pulverización) a 2ft. (0,6 m)

Para la parte superior se selecciona una boquilla obtenido de la tabla 3.8.

TABLA 3.8
NUMERO DE BOQUILLAS PARA LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE

Num. de Boq. usadas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
	30°		60°		90°		120°		140°	
	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	1.4	,43	3.0	,86	5.0	1,52	8.5	2,6	11	3,4
2	1.8	,52	4.0	1,22	6.5	2.0	9.5	2,9	12.5	3,8
3	2.4	,74	5.0	1,52	10.5	3,2	11.0	3,3	14.0	4,2
4	3.0	,86	6.0	1,84	12.0	3,6	18.0	5,5	22.5	6,8
5	4.0	1,22	8.5	2,6	15.0	4,6	25.0	7,6	32.0	9,7
6	4.7	1,43	9.7	2,9	17.5	5,4	29.0	8,8	43.0	13,1
7	6.4	1,95	11.0	3,3	20.0	6,1	34.0	10,4	48.0	14,8
8	7.1	2,2	14.0	4,3	23.0	7,0	43.0	13,1	53.0	16,1
9	7.9	2,4	15.5	4,7	27.5	8,4	47.0	14,2	59.0	17,8
10	8.5	2,6	17.0	5,2	30.0	9,2	51.0	15,5	64.0	19,4
11	9.2	2,8	18.0	5,5	32.0	9,7	55.0	16,6	68.0	21,5
12	9.8	3,0	19.0	5,8	34.0	10,4	58.0	17,5	73.0	22,2

Seguidamente se procede a determinar la distancia entre boquillas en este caso estarán a 25 cm y del cordón de soldadura del fondo y parte superior estarán ubicadas a 11.5 cm estas distancia se la obtiene de la tabla 3.9 con el ángulo de boquillas y el diámetro del tanque. Aparte de las 3 boquillas seleccionadas se pondrá una mas para la parte inclinada. Tales boquillas estarán a una distancia de 0.3m (la máxima distancia es 0.6m) tal como se muestra en la figura 3.26. El caudal de cada boquilla cubre un área de 0.11m² de la superficie total del cilindro. La disposición de las boquillas es tal que cubre toda la superficie del tanque con agua; pero en cada cada gancho se colocara

un eslabón que permite girar el cilindro y así el agua pulverizada en cada boquilla incida sobre toda su superficie.

TABLA 3.9
DISTANCIA ENTRE BOQUILLAS

Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	,3	2	,6
60	2	,6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6

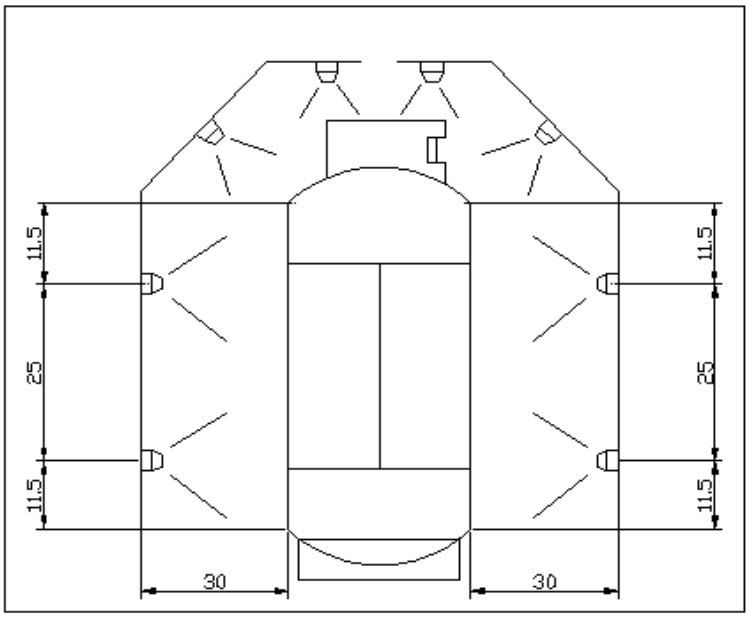


FIGURA 3.27. UBICACIÓN DE LOS ROCIADORES

Una vez establecido todos estos factores se lleva a cabo el diseño de la etapa de lavado. Donde este proceso de lavado lleva 2 fases la del prelavado y la del lavado con aplicación de detergente.

Descripción del Ciclo de Limpieza de los Cilindros GLP

El proceso de limpieza se basara en procesos de lavado de botellas tal como se muestra en la figura 3.27. La limpieza de los cilindros GLP tendrá 3 etapas:

Primera de lavado subdividida en prelavado y lavado (aplicación de agua caliente y detergente), etapa de enjuague, subdividida en enjuague y enjuague final y etapa de secado. El diseño de estos procesos se los detalla a continuación.

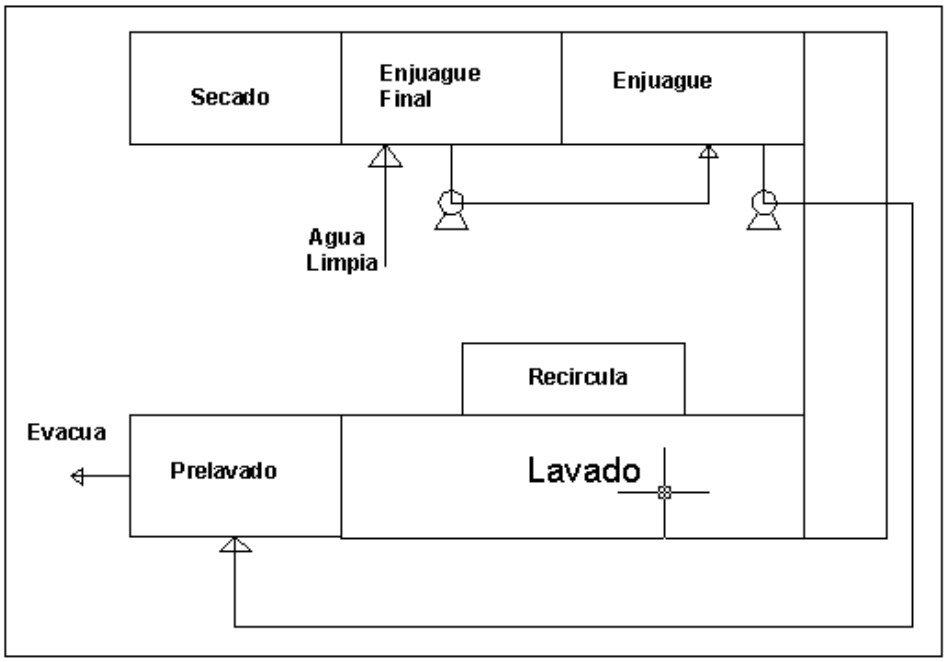


FIGURA 3.28. ESQUEMA DE SISTEMA DE LAVADO

PRELAVADO

Prelavado

El prelavado permitirá quitar la suciedad de mayor tamaño, esta etapa tendrá 4 ramales en la red de tuberías a 1" de diámetro y estos deben ser igual al número de ramales que en la etapa de enjuague. La bomba tendrá filtro malla 100 seleccionado de la tabla del Apéndice K para partículas de 0.07 mm de diámetro para retener todo tipo de suciedad.

Lavado

En esta etapa del proceso de limpieza de un cilindro GLP se va requerir de tiempo, detergente y calor, el detergente BH38 (ver característica en apéndice M) se dejara en la superficie del cilindro un tiempo de 2 minutos, donde 30 segundo se le aplicara agua caliente a 60ºC con detergente y debe recorrer una distancia tal que permita completar los 2 minutos y se logre disolver la suciedad recomendado por la compañía fabricante y así mismo se realizo la prueba con resultados satisfactorio. En esta etapa también se utiliza filtros malla 200 para retener la suciedad del agua debido que se recirculara el agua a 60ºC mezclada con detergente, los 60ºC temperatura se la obtiene por resistencias eléctricas deben tener un termostato, aquí se debe cumplir con la Norma NEC art. 500.

Se procede a determinar los ramales de tuberías que debe tener el túnel para que se aplique agua a 60ºC en 30 segundos junto con el detergente por lo que se debe tener un espacio de 3.3m a lo largo del túnel ; debido a que la velocidad lineal que lleva cada cilindro es de 0.11m/s, entonces se procede a dimensionar la distancia entre ramales por lo que será igual 33 cm para que todos los cilindros estén en contacto con el agua caliente y de esta manera ayude a disolver la suciedad.

La altura de cada ramal va ser de 54cm mas una inclinación a 45º con un codo con una longitud 29.7cm con una altura de 21 cm tal que llegue al perno de la base del trolley y otro codo a 45º para retornar a la posición horizontal con distancia de 20 cm tal distancia se la encontró de tal forma que no llegue a chocar con los soportes del transportador aéreo y el cilindro. A continuación se muestra la parte frontal y el isométrico de tuberías en la sección de lavado en las figura 3.28 y 3.29 respectivamente.

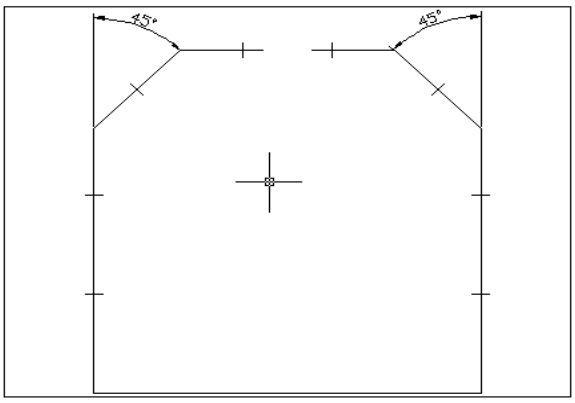


FIGURA 3.29. ESQUEMA RAMALES DE TUBERÍAS VISTA FRONTAL

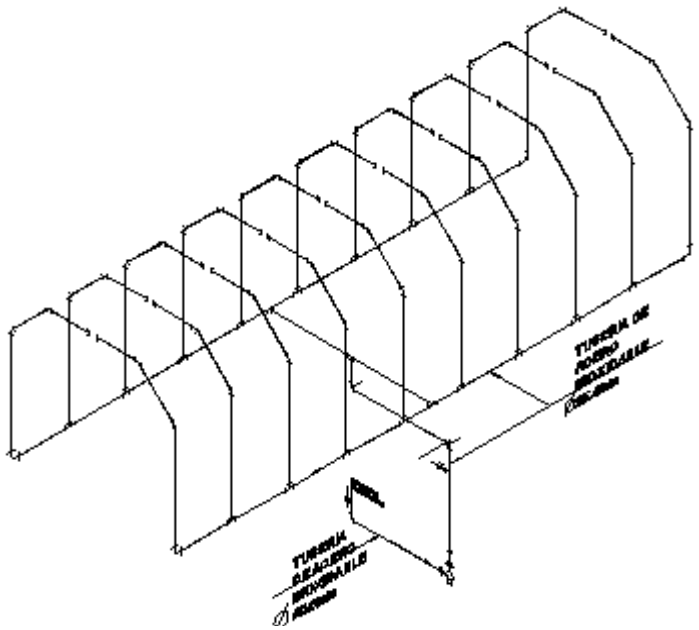


FIGURA 3.30. ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE LAVADO

Una vez obtenida la distancia se procede a calcular la caída de presión tanto en la succión como la descarga de la siguiente manera para poder seleccionar el tipo de bomba. Se realiza un esquema de la parte superior de la red de tuberías.

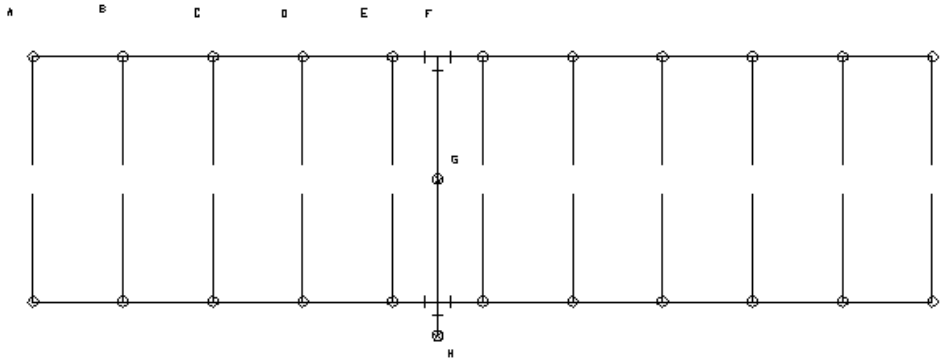


FIGURA 3.31. ESQUEMA DE LA PARTE SUPERIOR DE LAS TUBERÍAS

Nota: Cada ramal está distanciado 33 cm

El caudal en cada ramal de tubería una vez teniendo que el caudal que se requiere para lavar la superficie del cilindro entonces se procede a calcular el caudal total de la siguiente manera :

Qt= 2.26 x 10 = 22.6 GPM

Donde; se multiplica por 10 debido a que va haber 10 ramales para poder cubrir la distancia de 3.3m que se requiere para aplicar el agua por 30 segundos.

Por lo tanto, cada ramal debe de tener los siguientes caudales :

Ramal A-B 1.13 GPM

Ramal B-C 2.26GPM

Ramal C-D 3.39 GPM

Ramal D-E 4.52 GPM

Ramal E-F 5.65 GPM

Ramal F-G 11.3 GPM

Y debido a que es simétrica la red de tuberías solo se calcula para estos puntos las perdidas.

Calculo de perdida por fricción por cada 100 ft de tubería

De los datos técnicos de las Goulds Pumps se tiene unas tabla que se encuentran en el apéndice I con el caudal de una tubería en GPM, entonces con el uso de esta tabla se procede a calcular las perdidas en los ramales de la red de tubería de la siguiente manera:

Primeramente se procede a calcular la caída de presión en la succión y luego en la descarga.

Línea de Succión

La tubería que tendrá en la succión será de 2” para la Goulds Pump para esta aplicación en su catalogo se muestra los diferentes diámetros tanto para la descarga como para la succión.

La pérdida por fricción de tubería con 22.6 GPM en la succión de la tabla del apéndice I para tubería de 2" de diámetro se realiza una interpolación entre 20 y 25 GPM se obtiene:

hfs= 1.1 ft / 100 ft de tubería

Línea de Descarga

Tramo G-H

Con 22.6 GPM de la tabla del apéndice I para tuberías de acero de 1" de diámetro se realiza la interpolación entre 20 y 25 GPM se obtiene:

hfd G-H = 32.41 ft / 100 ft de tubería

Tramo F-G

Con 11.3 GPM se realiza la interpolación entre 10 y 12 GPM se obtiene:

hfd F-G= 8.65 ft / 100 ft de tubería

Tramo E-F

Con 5.65 GPM se realiza la interpolación entre 5 y 6 GPM se obtiene:

hfd E-F = 2.42 ft / 100 ft de tubería

Tramo D-E

Con 4.52 GPM se realiza la interpolación entre 4 y 5 GPM se obtiene:

hfd D-E= 1.63 ft / 100ft de tuberías

Tramo CD

Con 3.39 GPM se realiza la interpolación entre 3 Y 4 GPM se obtiene:

hfd C-D = 0.98 ft / 100 ft de tubería

Tramo B-C

Con 2.26 GPM se realiza una interpolación entre 2 y 3 GPM se obtiene:

hfd B-C = 0.48 ft / 100 ft de tubería.

Tramo A-B

Con 1.13GPM se obtiene:

hfd A-B= 0.38 ft / 100 ft de tubería.

El total de tubería que se va utilizar es de 98 ft , ahora se debe determinar la longitud equivalente en accesorios tal como se muestra en la tabla del apéndice I

La red de tubería tiene codos a 90º, codos a 45 º y T (Ver apéndice I) la longitud equivalente para este tipo de accesorios son:

Para tubería de 1 " de diámetro

Codo 90 º = 2.7 ft

Codo 45º =1.3 ft

T = 2

Para tubería de 2" de diámetro

codo 90º = 5.5

En la red de tubería se encuentran 6 codos 90º y 1 para 2 " de diámetro , 40 codos 45º y 19 T por lo que se tiene :

Longitud equivalente de tubería descarga=6(2.7)+40(1.3)+19(2)=106.2ft

La longitud equivalente total en la descarga = 98 + 106.2 = 204.2 ft

Longitud equivalente total en la succión = 3.61 + 5.5 = 9.11 ft

Las perdidas serian entonces las siguientes:

Succión

hfs= (9.11/100) x 1.1= 0.1 ft

Añadiendo el 15 % como se recomienda entonces las perdidas seria:

hfs= 0.1 x 1.15 = 0.115 ft

La carga dinámica de succión es:

hs= 0.115 ft

Descarga

Sumando todas las perdidas por fricción en todos los ramales se procede hallar las perdidas para la longitud total equivalente de tubería.

Hfd = (204.2/100) x 47 = 96 ft

Añadiendo el 15% como se recomienda se tiene:

hfd= 96 x 1.15 = 110.4 ft

La carga dinámica total de descarga seria:

hd= 6.3 + 110.4 = 116.7 ft

La carga dinámica total del sistema será:

$H = hs + hd$ ecuación (42)

$H = 0.115 + 116.7 = 117$ ft

Con este dato mas el caudal que se requiere 22.6 GPM se procede a seleccionar la bomba centrifuga de la curva que se encuentra en el apéndice D la cual será 3656/3756 S-Group 22BF/ Size 1x2-7(medidas y curva ver apéndice D) el sello mecánico será de elastomero de viton para altas temperaturas y químico se puede observar en la tabla del apéndice D la bomba centrifuga Cumple con la norma ATEX (Ver apéndice B).

3.4 Diseño Proceso de enjuague

El Proceso de enjuague deberá estar compuesto de dos secciones una de enjuague y otra de enjuague final, debe tener cuatro ramales en la red de tubería, la misma cantidad tendrá la etapa de prelavado y enjuague final (En la figura 3.33 se muestra el isométrico de los ramales de la red tuberías), el agua deberá estar mezclada con un agente tensoactivo para reducir la tensión superficial para que en la siguiente etapa halla mejor facilidad para lograr el secado de los cilindros GLP. Por lo tanto, se selecciona la bomba para un consumo de agua de $Q = 9.04$ GPM en la etapas de prelavado, enjuague y enjuague final.

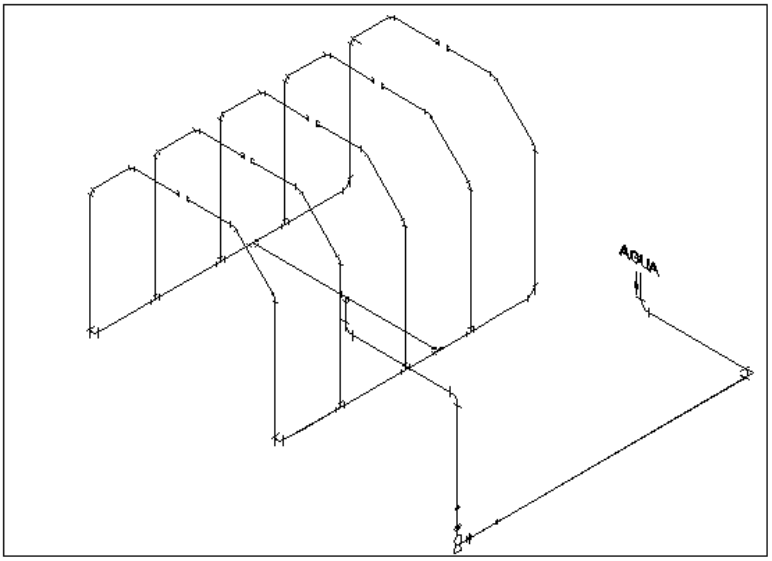


FIGURA 3.32. ISOMÉTRICO DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE ENJUAGUE

Succión

La succión del agua será a 6.6 ft de longitud de tubería se usa 1 codo 90º. La perdidas por fricción para tubería de 2" va ser 1.1 ft / 100 ft de longitud de tubería la longitud total equivalente de un codo a 90º es 5.5 ft Entonces las perdidas son

Longitud total equivalente = 5.5 + 6.6 = 12.1 ft

hfs= (12.1/100)(1.1)=0.13

Añadiendo el 15% tal como se recomienda la perdida es:

hs= 0.13 x 1.15 =0.15 ft

Descarga

Como la red de tuberías debe tener cuatro ramales en la descarga de igual altura y distancias especificadas en la sección de lavado, de los cálculos anterior en la etapa de lavado las perdidas en la descarga esta son:

hfd=12.91 ft / 100 ft de tubería

La red de tuberías tendrá 6 codos 90º , 5 T y 16 codos 45º

Longitud equivalente de tubería = 6(2.7) + 5(2) + 16(1.3)=47 ft

Longitud total equivalente= 86 + 47=133 ft

hfd=(133/100)(12.91) = 17.2 ft

Añadiendo el 15 % tal como se recomienda la perdida es:

hfd= 17.2 x 1.15 =19.74 ft

La carga dinámica de descarga es:

hd= 6.3 + 19.7 = 26.04 ft

La carga dinámica total del sistema es:

H = hd + hs = 26.04 + 0.15 =26.2 ft

Con este dato H=26.2 ft y Q = 9.04 GPM se selecciona la bomba tipo HSC07 de la curva y las dimensiones se las encuentra en el Apéndice D serán dos bombas de este tipo una para el enjuague y otra para el enjuague final (cumple con la Norma ATEX ver apéndice B)

De la misma manera se procede a calcular las perdidas para la etapa de prelavado, tan solo que hay que agregarle una distancia a la descarga; porque deberá ser llevada el agua de la cisterna de la etapa enjugue hasta los ramales de la red de tubería de la etapa de prelavado, la succión va tener la misma distancia que la etapa de enjuague, entonces se tiene:

Longitud total equivalente=47 + 112=159 ft

hfd=(159/100)(12.91) = 20.54 ft

Añadiendo el 15 % tal como se recomienda la perdida es:

hfd= 20.54 x 1.15 =23.62 ft

La carga dinámica de descarga es:

hd= 6.3 + 23.62 = 30 ft

La carga dinámica total del sistema es:

H = hd + hs = 30 + 0.15 =30.15 ft

Con este dato H=30.15 ft y Q = 9.04 GPM se selecciona la bomba tipo HSC07 de la curva y las dimensiones se las encuentra en el Apéndice D (cumple con la Norma ATEX) .

Cada etapa deben tener cisternas para realizar el proceso de limpieza las cuales deben tener para almacenar 5.13 m^3 volumen de agua para la etapa de lavado (ancho 1.3m, largo 4m y alto 0.5m)y 1.03m^3 de volumen de agua para las cisternas en la etapas de prelavado,enjuague y enjuague final (ancho 1.3m, largo 1.5m y altura 0.5m).

3.5 Diseño Proceso de Secado

Una vez que se realice el enjuague de los cilindros GLP con la mezcla de agua y el agente tensoactivo se procede a realizar el secado de estos con un ventilador centrifugo con alto caudal y una alta velocidad a la salida del ducto, en la tabla del apéndice J, se puede observar velocidades de acuerdo a la escala Beaufort , donde selecciono a la salida del ducto para el secado una velocidad de 28 m / s considerado

como gran viento de acuerdo a la escala anteriormente mencionada (Ver apéndice J)

Normalmente se puede determinar el caudal para ciertas aplicaciones en la industria. Sin embargo no se encuentra tabulado valores para poder realizar secado de superficies húmedas y poder utilizar en esta aplicación.

Por lo tanto, se realizo una visita a una lavadora de vehículos existente aquí en el país; en la cual realiza prelavado, lavado y secado , en esta ultima parte del proceso se observa que se realiza mediante ventiladores centrífugos en ambos lados , el cual usa cierto caudal para esta operación siendo este 5000 cfm con resultados satisfactorios el cual va ser un valor de referencia para el diseño del proceso de secado.

Para seleccionar el ventilador centrífugo se debe calcular las perdidas de presión a través del ductos, codos y salida de aire del ducto. Esta última tendrá una forma especial para poder obtener a la salida la velocidad de aire seleccionada anteriormente.

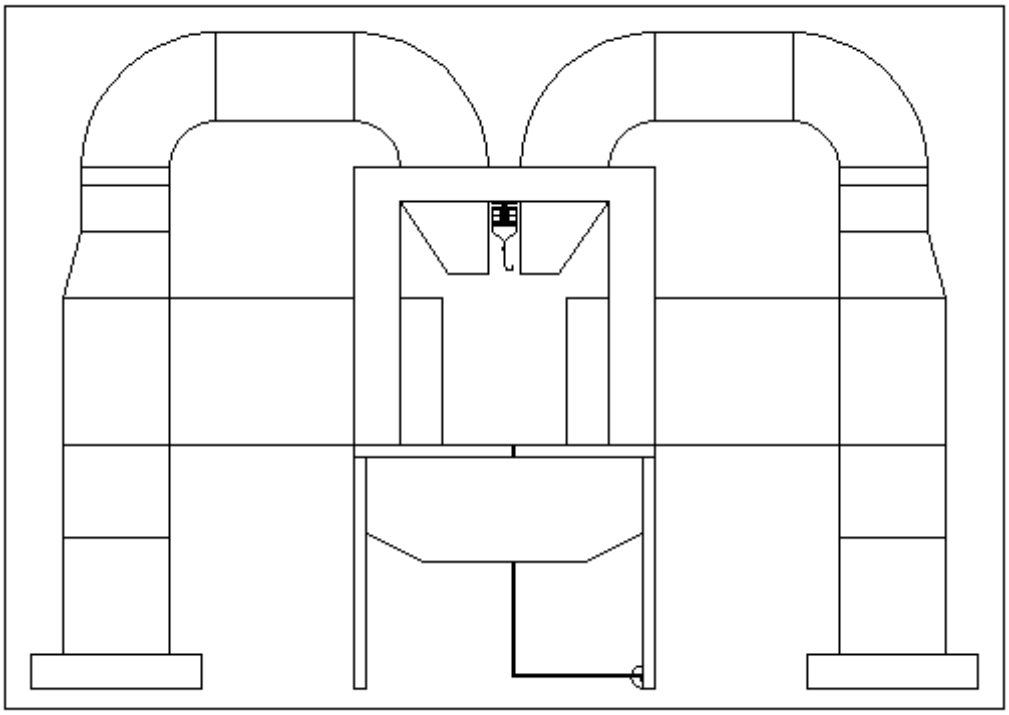


FIGURA 3.33. DUCTO DE VENTILACIÓN EN LA SECCIÓN DE SECADO

El ducto tendrá 2 salidas una para secar la parte de arriba del cilindro y otra para la parte cilíndrica; entonces se necesitara 10000 CFM que es la suma de las dos salidas de aire a 5000 CFM dato obtenido como anteriormente se especifico.

El ducto tendrá una longitud de 1m donde incluye un codo para conducir el aire para arriba a 10000 CFM y 4.12m para la distribución de aire para el interior de la maquina a 5000 CFM con 2 codos. Con estos datos se procede a determinar las pérdidas y obtener la presión estática total para la selección del ventilador centrífugo.

En la tabla del apéndice J se recomienda velocidades máximas para ductos ; donde se selecciona una velocidad de 20 m/s para caudales de 10000 CFM hasta 15000 CFM , con estos datos se procede a determinar el diámetro del ducto.

V=20m/s = 3937 fpm

Para la salida del ducto :

$Q=V \times A$ ecuación (43)

$10000 = 3937 \times A$

$10000/ 3937 = \pi D^2 / 4$

$2.54 = \pi D^2 / 4$

$D= 1.8$ ft

Para la distribución de aire

De la tabla del apéndice J se selecciona una velocidad de 15m/s para caudales de 3000 hasta 6000 CFM.

15m/s= 2953 fpm

5000=2953 xA

$1.7 = \pi D^2 / 4$

D= 1.5 ft

Ahora se procede a calcular las perdidas en el ducto de la siguiente manera:

Q=10000 CFM, V=3937 fpm y L=1m=3.3ft

De la gráfica del apéndice J se obtiene las perdidas de fricción con el caudal y la velocidad

f=0.85 in H2O/100 ft

he = f x L ecuación (44)

he1= = 0.85 x 3.3 /100 = 0.028 in H2O = 0.71 mm H2O

he1=0.71mm H2O

Q= 5000 CFM , 2953 fpm y L=4.12 m = 13.5 ft

De la tabla del apéndice J con el caudal y la velocidad se obtiene:

f = 0.61 in H2O / 100 ft

he2=0.61 x 13.5/100 = 0.082 in H2O = 2.1 mm H2O

he2=2.1 mm H2O

La pérdida total en la longitud del ducto es:

het = he1 + he2 = 2.1 + 0.71 = 2.82 mm H2O

Ahora se procede a calcular las perdidas en los codos. Donde son 2 codos con un radio de curvatura de 20 cm Entonces:

R/D =0.5

Siendo R el radio de curvatura de la tabla del apéndice J , con este dato se obtiene un factor C = 0.9

$VP= (V/4005)^2$ ecuación(45)

VP=0.54 in H2O

La perdidas en los codos = (2)(0.9)(0.54)=0.97 in H2O =24.7 mm H2O

En el codo para Q=10000 CFM se tiene:

R/D =0.5

De la tabla del apéndice J se obtiene C para R/D=0.5 entonces C=0.9

Aquí se debe usar un solo codo por lo tanto se tiene:

$VP=(3937/4005)^2$

VP=0.97 in H2O

Perdidas en el codo = (0.9)(0.97)= 0.87 in H2O = 22 mm H2O

Perdidas por incremento de la velocidad del aire en la salida del ducto .De la tabla del apéndice J con 2953 fpm para obtener la velocidad 28m/s la pérdida de presión es aproximadamente 0.07 in H2O entonces:

Perdida total de incremento de velocidad= 2 (0.07)=3.56 mm H2O

Perdida total estática = SP = 2.82 + 24.7 + 22 + 3.56 = 53.1 mm H2O

SP= 53.1 mm H2O

Con el Q=10000 CFM y SP = 53.1 mm H2O se procede a seleccionar el ventilador centrifugo siendo este modelo CMT/4 – 500/205 (Cumple con la Norma ATEX ver apéndice B)) las medidas y la curva característica del ventilador se las encuentra en el apéndice E en el proceso de secado se requiere de 2 ventiladores centrífugos uno en cada lado de la maquina.

Se procede a determinar las medidas de la sección rectangular de los ductos con los diámetros anteriormente calculados para el caudal de 10000 CFM se tiene una sección de 18 x 18 ambas medidas en pulgadas y para un diámetro equivalente de 1.8 ft se observa en la tabla del apéndice J,para Q=5000CFM ducto de 18 x 15 de sección rectangular para un diámetro equivalente de 1.5 ft ;se recomienda mantener una lado igual en los ductos.

En cada salida de aire del ducto para incrementar la velocidad se debe tener como medidas en la parte de arriba 18 x 7.1 pulgadas y en la parte lateral 25.2 x 5.12 pulgadas.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE COSTOS

A continuación se presenta un análisis detallado de costos. Aquí se muestra la inversión del material útil para la fabricación del equipo, luego se muestra el costo de los equipos que se pueden adquirir en el mercado. Finalmente, el costo de la mano de obra directa y se hace un análisis comparativo entre otro equipo importado de similares características para determinar la factibilidad del equipo.

TABLA 4.1
ANALISIS DE COSTOS

Costo de material

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
4	Kg	Acero de transmisión SAE 1018;Ø=35mm	2,75	11
3	unidad	Ángulo L(50x50x3)mm x6m	12,50	37,50
5	unidad	(Perfil UPN140)x6m	94,50	472,50
4	unidad	(perfil UPN80)x6m	78,75	315
4	unidad	Perfil HEB100 x6m	116,92	467,67
1	unidad	Plancha acero A36 (1220x2440x6)mm	136	136
17	unidad	Plancha de acero inoxidable 304 L(1220x2440x2)mm	216	3672
6	unidad	Plancha de acero inoxidable 304L (1220x2440x3)mm	324	1944
200	unidad	Rociadores	20	4000
88	unidad	Perno M8x1.25x30	0,25	22
88	unidad	Tuerca M8 x 1.25	0,15	13.20
25	Kg	Soldadura Φ1/8 E-314L	17	425
5	unidad	Varilla de tungsteno Φ=3/32 pulgada	4	20

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
10	Kg	material de aporte acero inoxidable 304L	12,65	126,50
67	m	Tubería Φ=25.4mm, roscable acero inox. 304L,cédula 40	13,43	899,91
14	m	Tubería Φ=50.8mm, roscable acero inox. 304L,cédula 40	49,73	696,22
100	unidad	Codo 45º Φ=25.4mm acero inoxidable 304L, cédula 40	3,92	392
16	unidad	Codo 90º Φ=25.4mm acero inoxidable roscable 304L, cédula 40	2,15	34,40
5	unidad	Codo 90º Φ= 25.4mm acero inoxidable roscable304L, cédula 40	6,12	30,60
25	unidad	Union acero inox. 304L para tuberías roscable Φ= 1pulgada	2,30	57,50
15	unidad	Union roscable acero inox. 304L para tuberías Φ= 2pulgadas	5,97	89,55
8	unidad	Neplos inoxidable2 x 2	6,18	49,44
38	unidad	Te acero inoxidable 304L cédula 40	6,12	232,56
1	unidad	Válvula compuerta 25,4mm	10,24	10,24
50	unidad	Tapón hembra inoxidable 25.4mm	4,59	229,50
6	unidad	Planchas acero galvanizado (1220x2440x2)mm	29,44	176,64
4	unidad	Chumacera UCF 212-36; soporte brida 1 ¼ pulgada	32,27	129,08
1	unidad	Abrazadera Φ=30mm	28	28

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Total
1	galón	Detergente BH-38	25,35	25,35
18	unidad	bisagra	2,20	39,60
52	unidad	ganchos	4,90	254,80
52	unidad	Girador	4,20	218,40
52	unidad	eslabón	3,14	163,28
1	unidad	Polea 3 pulgadas con bujes SH 1¼	13,17	13,17
1	unidad	Polea 14 pulgadas con bujes SK ¼	69,28	69,28
1	unidad	Banda PIX B-50 pulgadas	3,10	3,10
26	m	Cadena para transportador biplanar; paso 50,8	20,02	520,45
10	Kg	Soldadura Φ 3/16 pulgadas, E7018	2,37	23,70
		Subtotal		$16054.14

Costos de equipos

Cantidad	descripción	Costo unitario	Total
1	Motorreductor bonfiglioli VF 49_60 (1hp)	383,27	383,27
3	Bomba Goulds HSC07 ,(1.5hp)	518,26	1554,78
1	Bomba Goulds 3656/3756 S-Group (2hp)	859,05	859,05
2	Ventiladores centrifugos CMT/-500/205	990,25	1980,50
52	Trolley	18	936,45
1	Engrane, paso 50,8 con 12 dientes	85	85
1	Filtro; malla 200	50,46	50,46
4	FAG rodamiento rigido de bola 6206.2RSR.C3	12,97	51.88
3	Ruedas para las esquinas del transportador aereo	15	45
8	Resistencia eléctricas con termostato	25,20	201,60
1	Componentes del sistema de control incluido tablero eléctrico		650
	Subtotal		$6796,39

Costo de mano de obra directa

Parte o pieza	Cantidad	Trabajo realizado	Costo
Árbol para engrane y rueda en las esquinas	4	Desbastado refrentado	24
Planchas para parte recta del túnel	12	Corte esmerilado soldadura	425
Planchas para parte curva del túnel	5	Corte esmerilado doblado soldadura	175
Estructura y perfil guía	1	Corte esmerilado soldadura	300
Cisternas	4	Corte esmerilado soldadura	150
Tendido de tuberías		Instalación de bombas instalación de tuberías	150
Ducto de ventilación	2	Corte esmerilado doblado soldadura	180
Sistema eléctrico		Instalación del sistema de control	120
		Subtotal	$1524

El costo de materiales, equipos y mano de obra es $24376,13 , además de esta cantidad hay que agregar $ 4000 el costo de dirección técnica . El costo total del diseño es $28376,13 realizando una comparación con una maquina importada que cuesta $ 38000 hay una gran ventaja porque esta maquina tiene una capacidad menor. Por lo tanto, es más económico y factible el proyecto del túnel de lavado de cilindros G.L.P.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Existe la posibilidad de construir el equipo dentro de nuestro país, porque existen todos los materiales, equipos y mano de obra con buen desempeño y capacitación para realizar trabajos y de esa manera poder lograr este proyecto.

2. El costo de construcción del diseño es menor que un sistema de lavado importado de Europa. El diseño tiene una capacidad de lavado superior; por lo cual, lo hace competitivo la fabricación de la maquina.

3. La inversión de una maquina de fabricación permite el incremento del área de construcción de maquinaria y generación de fuente de trabajo en nuestro país.

4. El proceso de construcción puede darse con una inversión en forma progresiva; dependiendo de la situación económica de la empresa.

5. Por ser un diseño se puede realizar modificaciones con el transcurso de la construcción de la maquina, siempre y cuando no altere los parámetros iníciales e importante del proyecto.

6. El equipo esta diseñado para una gran capacidad de lavado, a su vez es confiable, posee facilidades para realizarle mantenimiento cuando se requiera y con una gran ventaja que es el ahorro de agua.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los estudiantes que lean este proyecto, investigar y aplicar los conocimientos adquiridos para realizarle una automatización al equipo en las diferentes etapas del sistema de lavado.

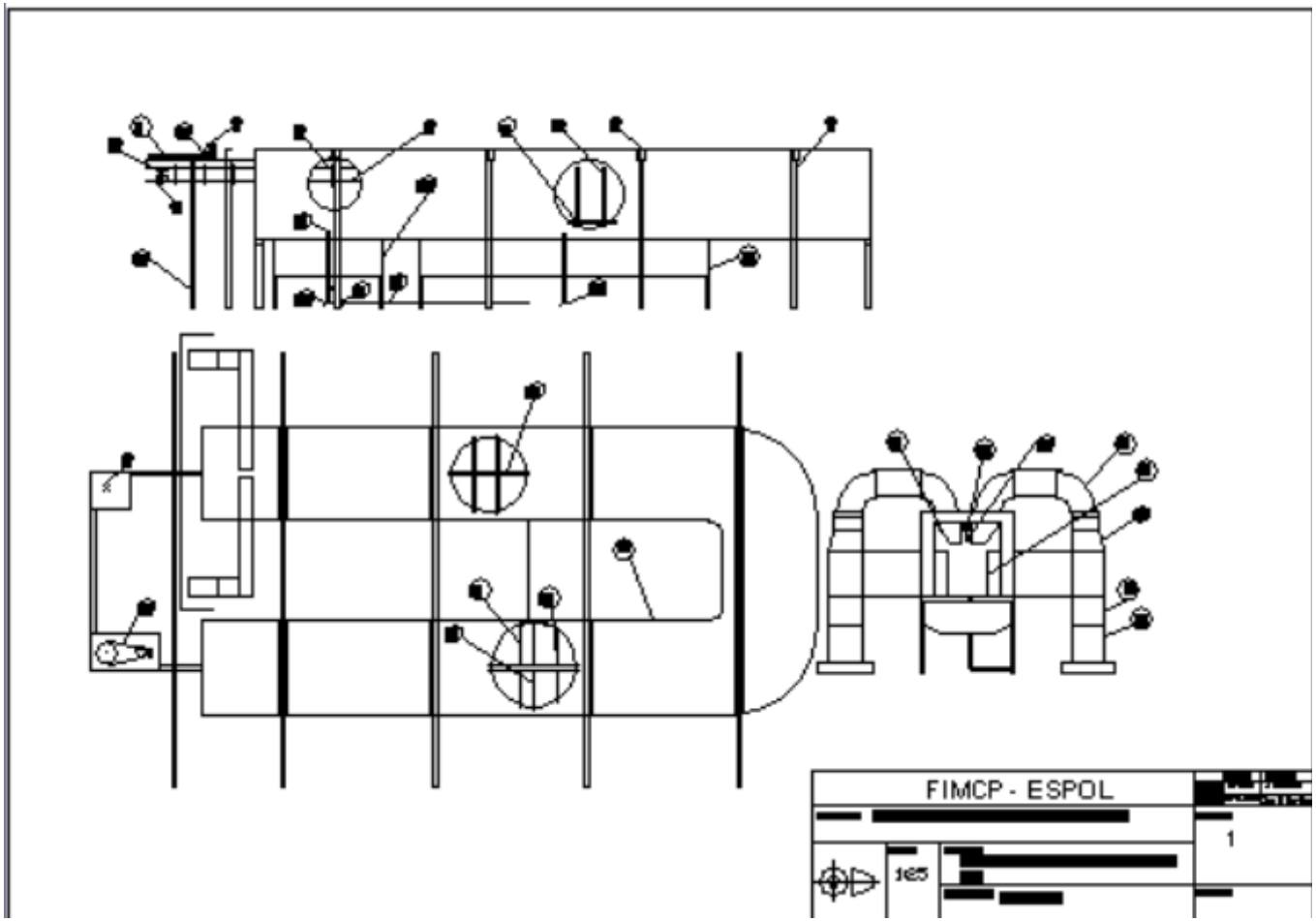
2. Se recomienda realizar un proyecto para evitar la acumulación de cilindros a la entrada y salida del túnel del lavado sea este, un mecanismo con dos bandas transportadoras junto al operador que retira y coloca los cilindros sincronizando los tiempos de salida de cada cilindro.

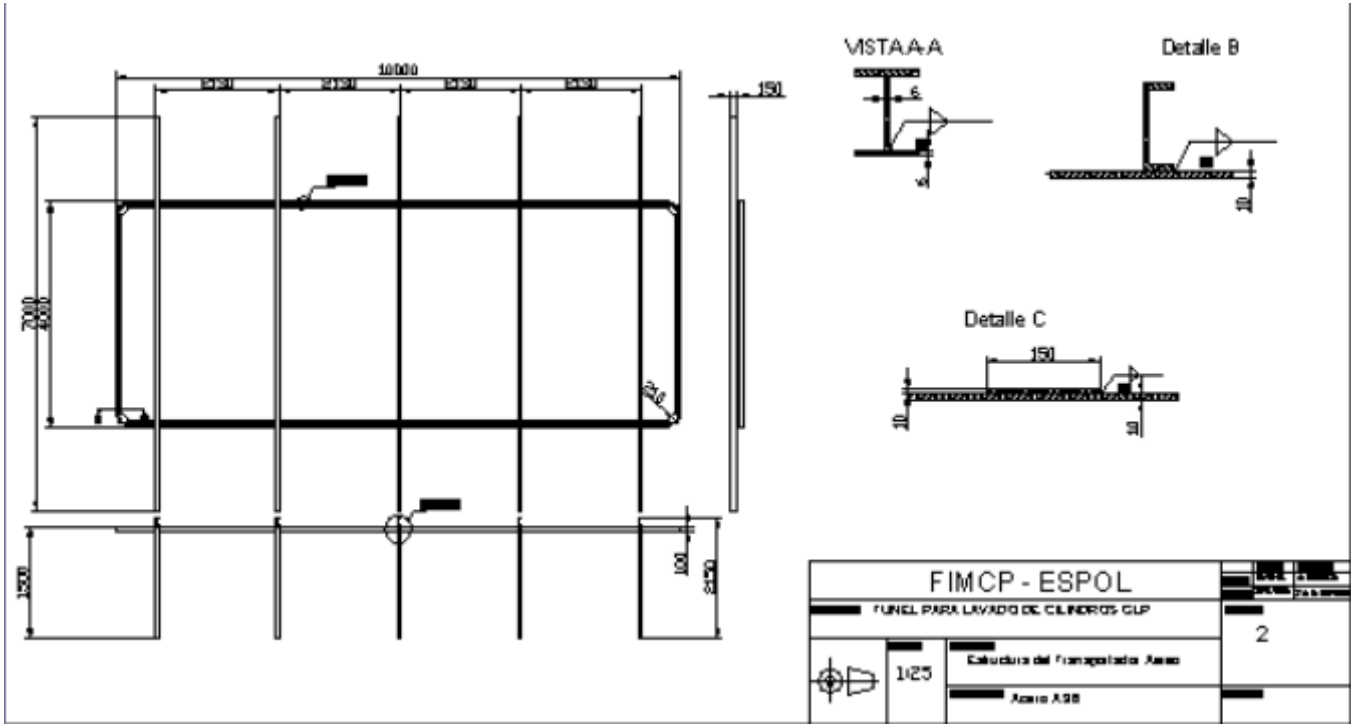
3. Realizar un estudio a este equipo y poder aumentar su capacidad, debido al incremento de la población y que a su vez sea usado este sistema de lavado en las diferentes plantas envasadoras y todas cumplan con un sistema de calidad, mejor la entrega del producto y realizar este paso para seguir mejorando y desarrollando los procesos de producción de nuestro país.

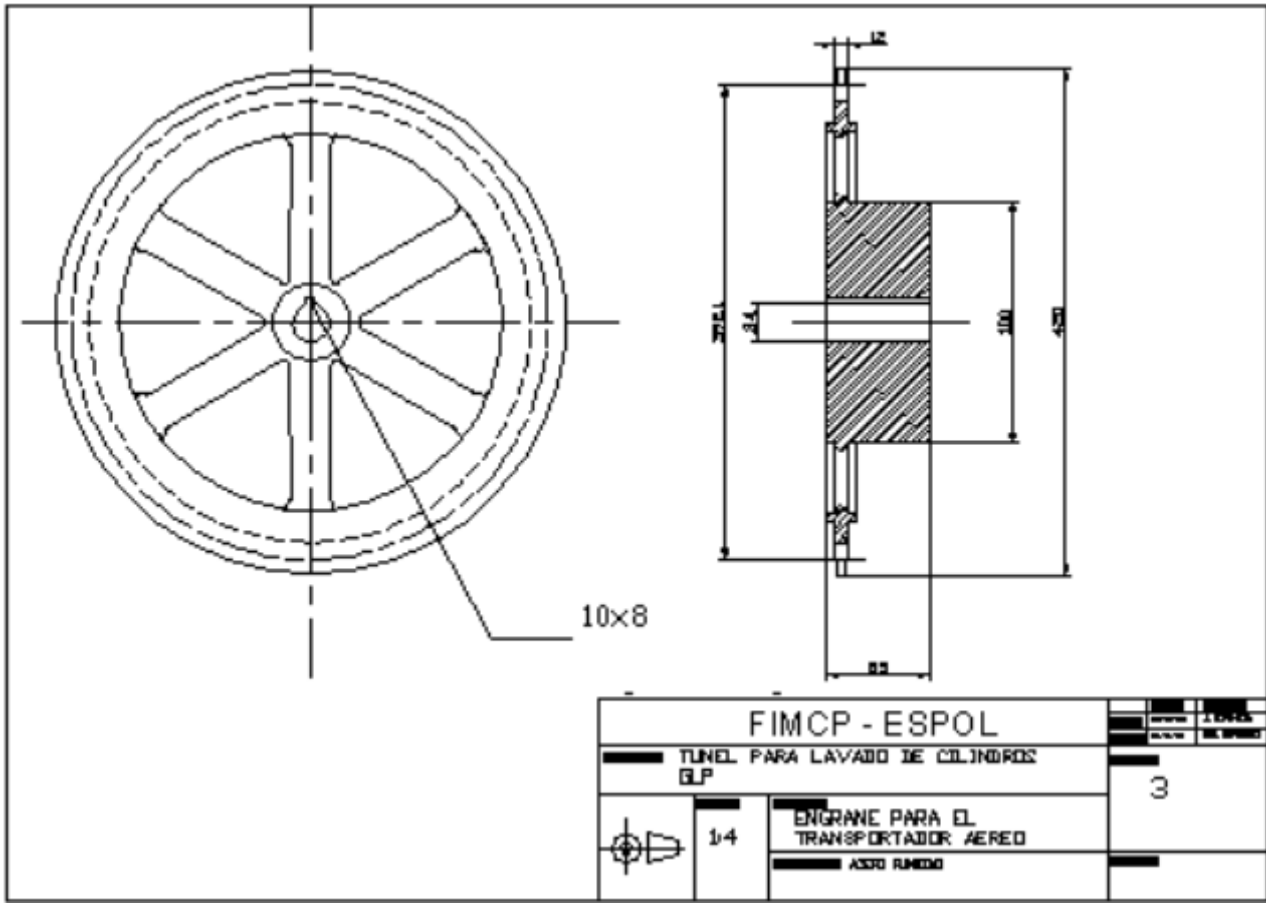
PLANOS

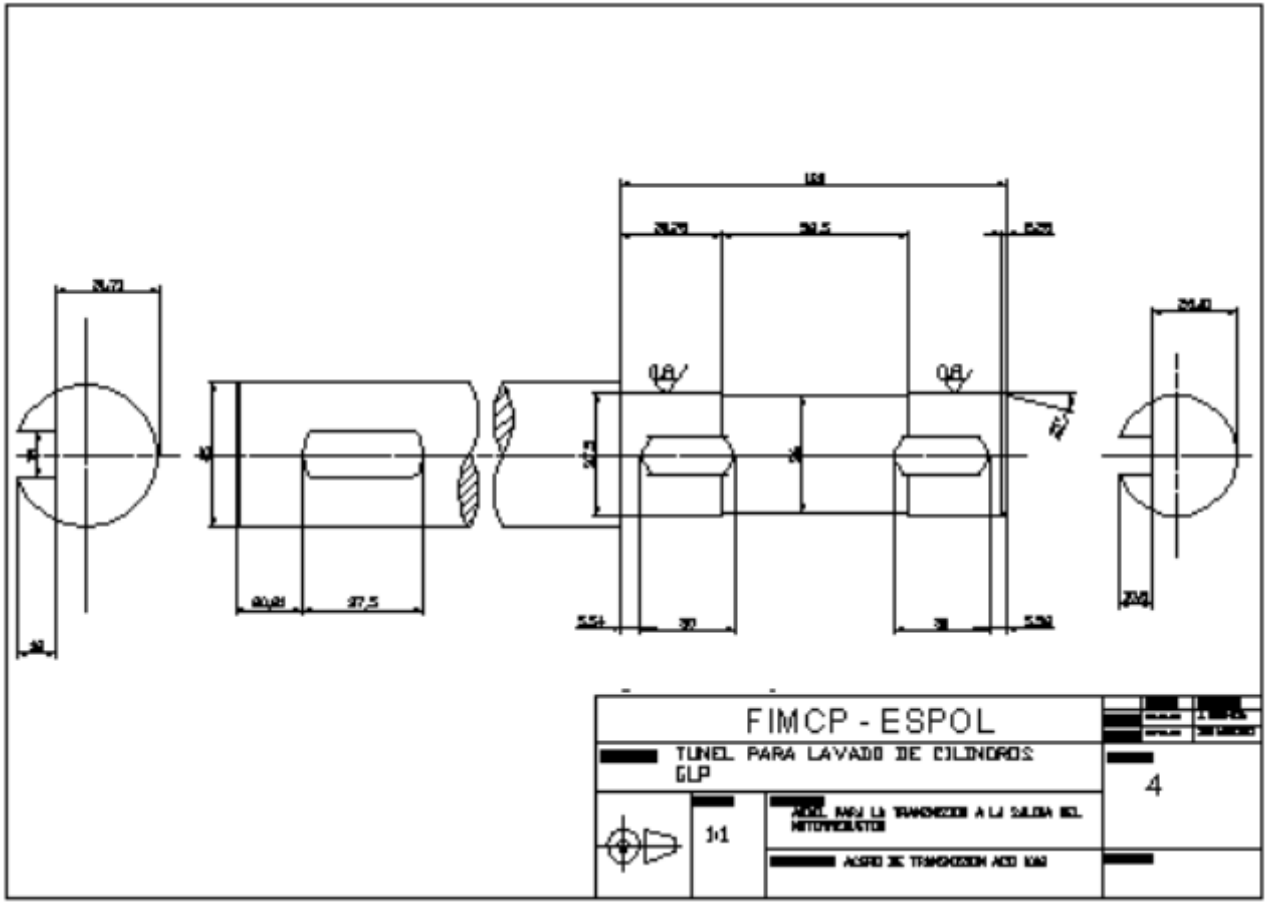
TUNEL PARA LAVADO EXTERIOR

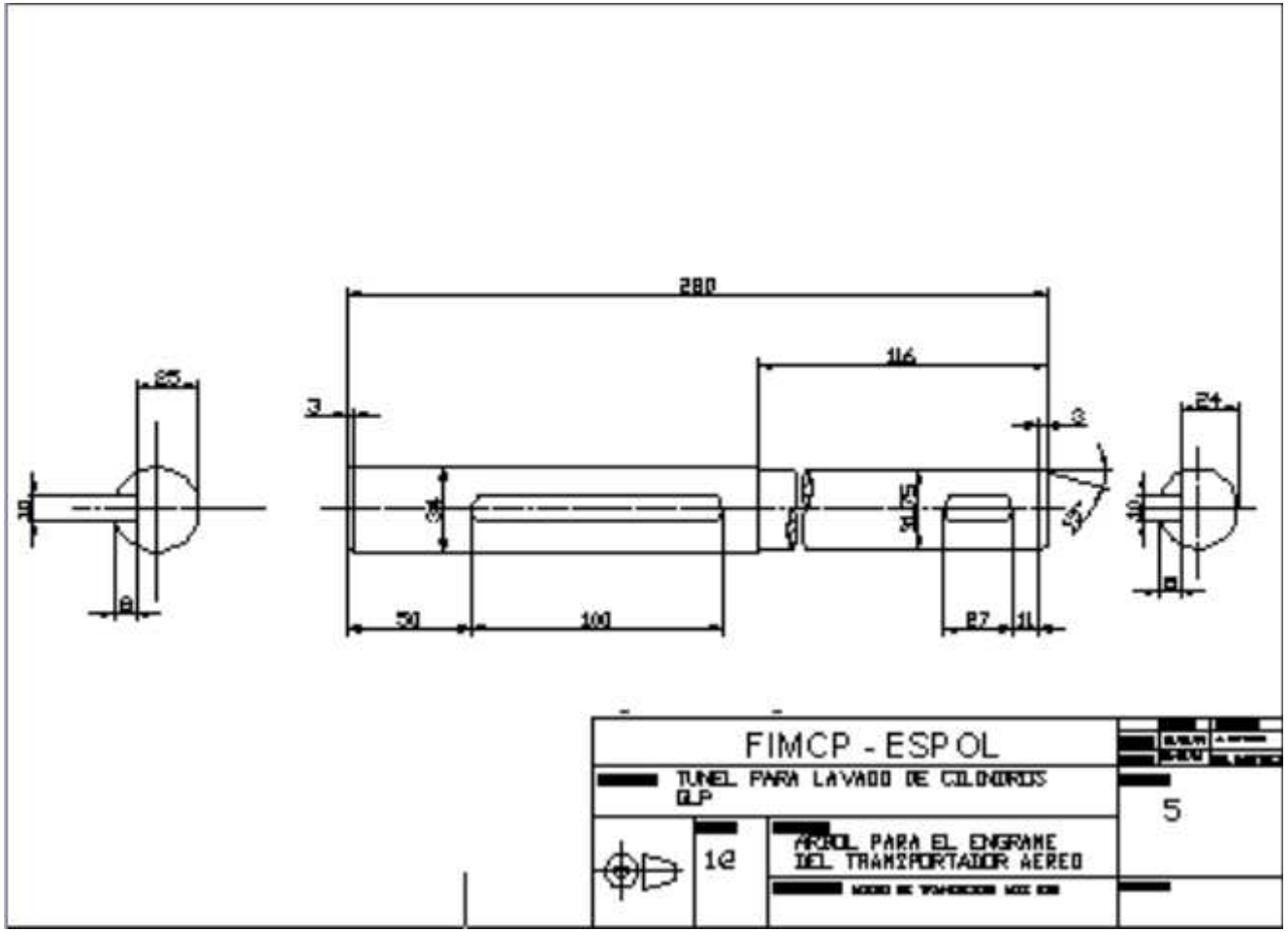
DE CILINDROS GLP 15KG

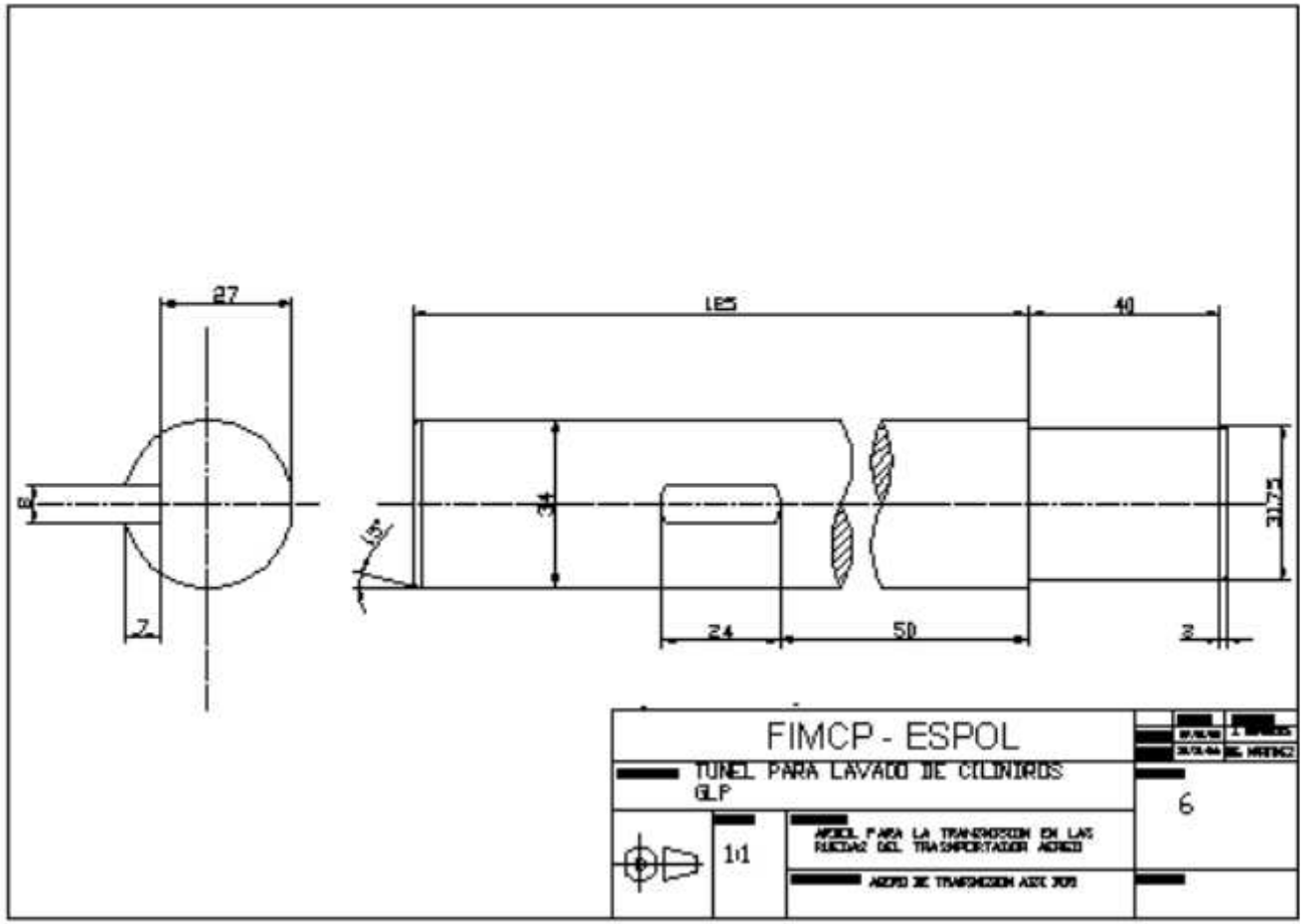

FIMCP - ESPOL
1
1e5

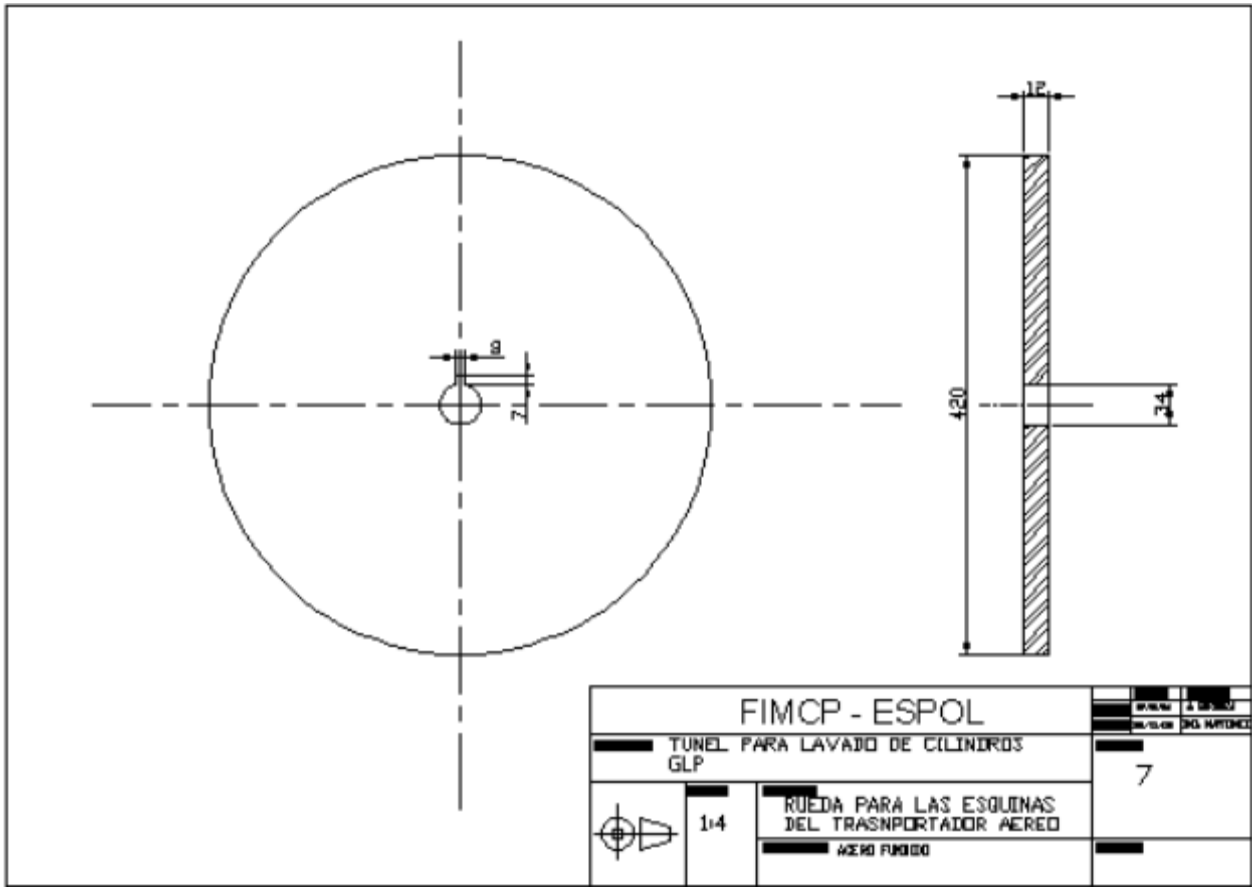

10000
2750
2750
2750
2750
150
7000
4000
1500
100
2150
VISTA A-A
6
6
Detalle B
10
Detalle C
150
10
10
FIMCP - ESPOL
FUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
2
1:25
Estructura del Transportador Aereo
Acero A36

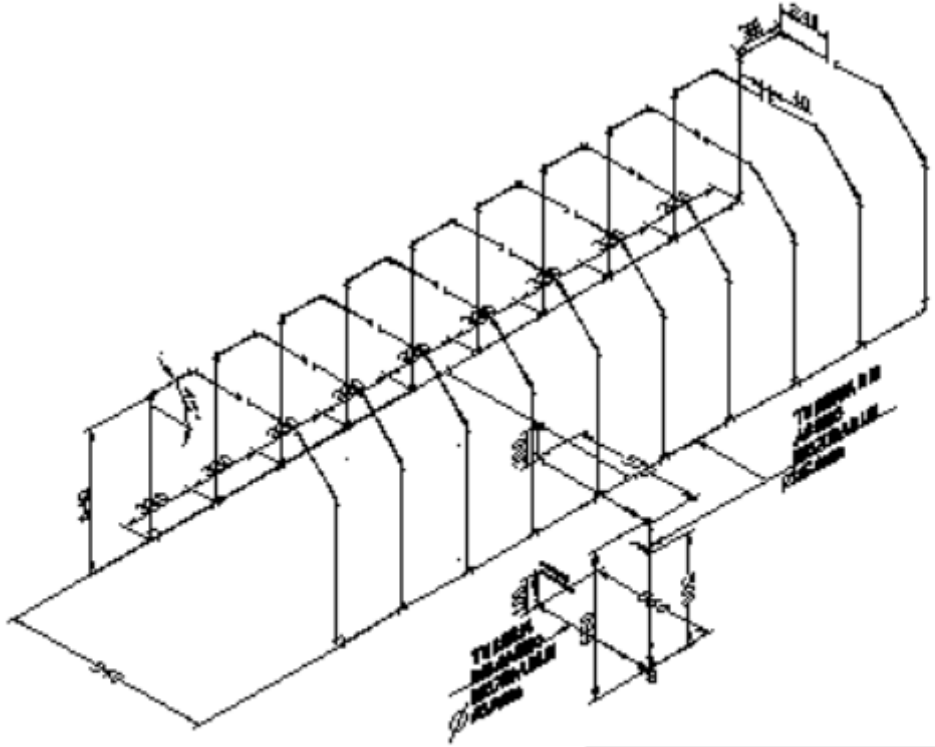

10×8
FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
1:4
ENGRANE PARA EL TRANSPORTADOR AEREO
ACERO RIMADO
3


FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
4
1:1


280
116
25
3
3
24
10
8
50
100
27
11
FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS
GLP
5
12
ARBOL PARA EL ENGRANE
DEL TRANSPORTADOR AEREO


27
185
40
8
34
31.75
15°
7
24
50
3
FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
1:1
6


12
9
71
420
34
FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
1:4
RUEDA PARA LAS ESQUINAS DEL TRASNPORTADOR AEREO
ACERO FUNDIDO
7



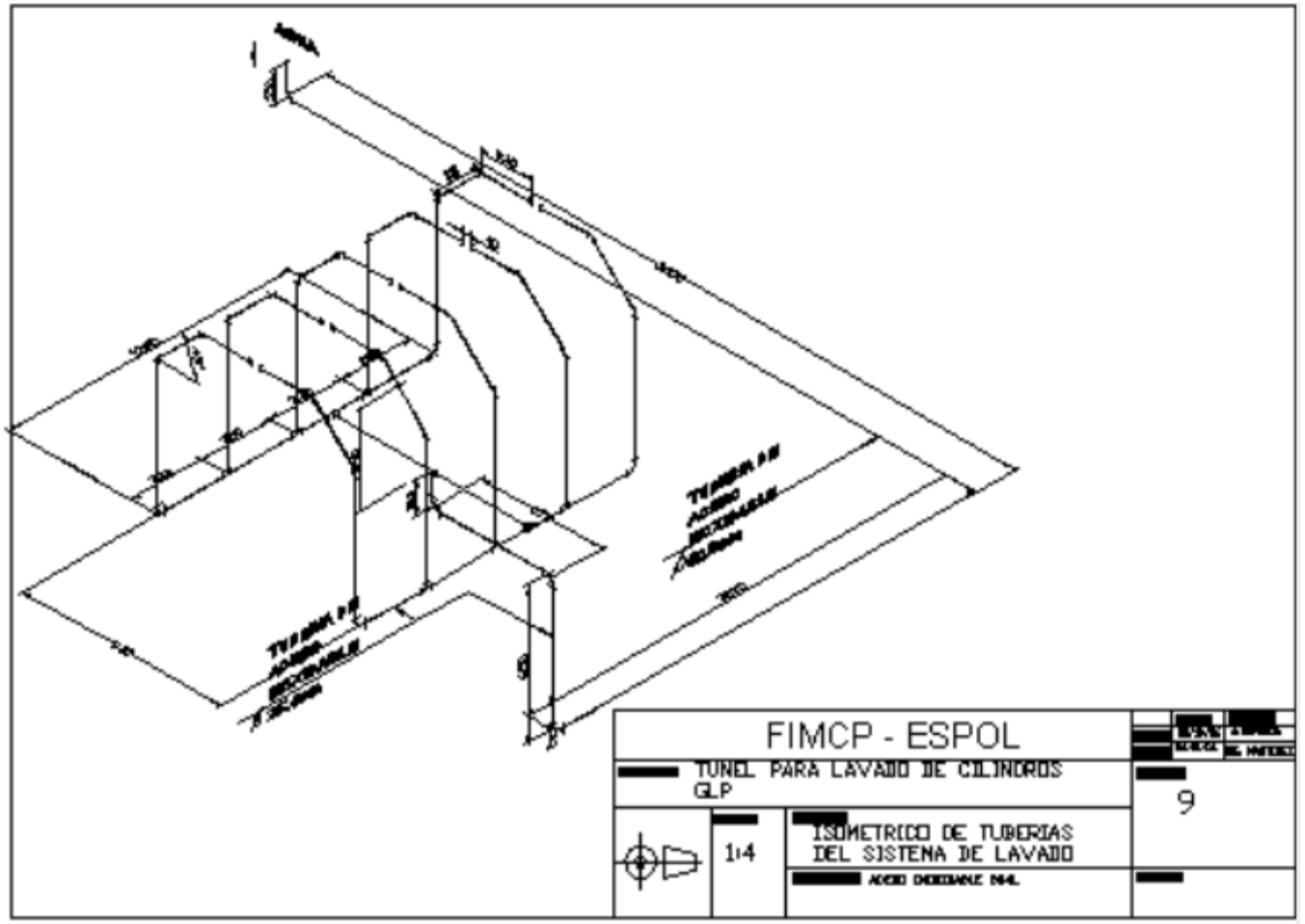
FIMCP - ESPOL

TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP

1:4

ISOMETRICO DE TUBERIAS DEL SISTEMA DE LAVADO

8



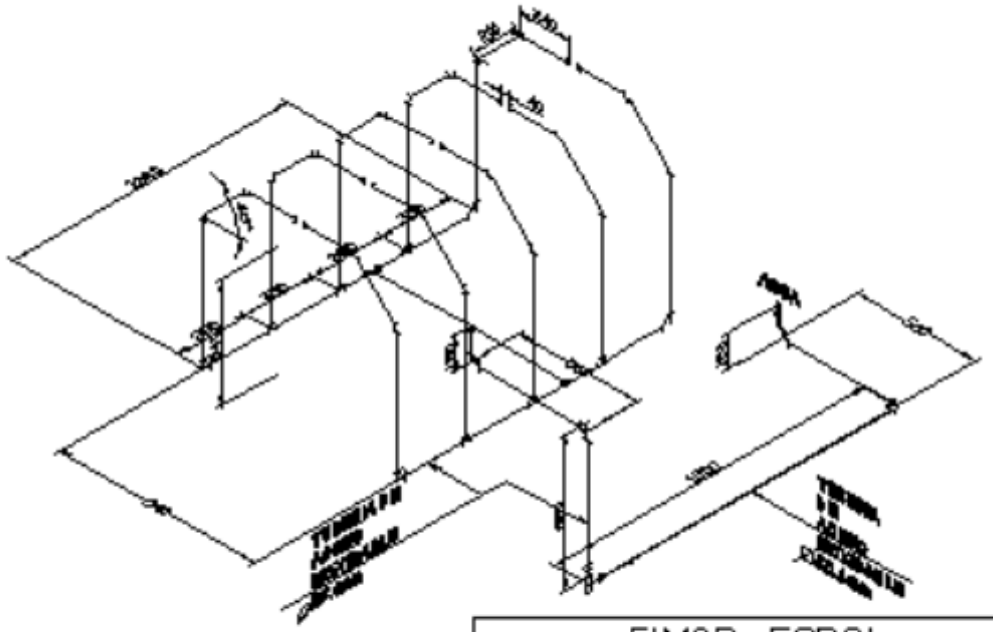
FIMCP - ESPOL

TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP

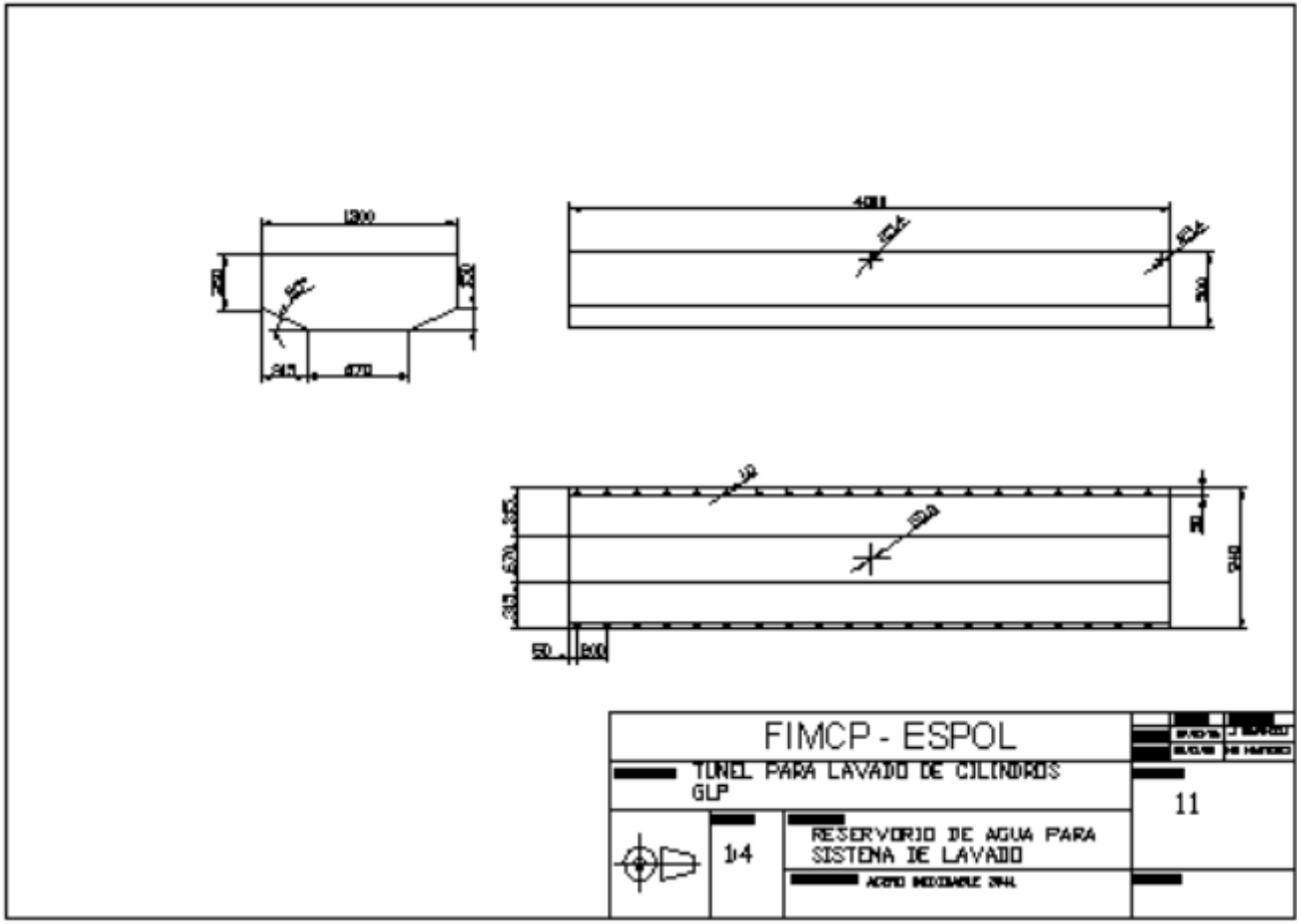
1:4

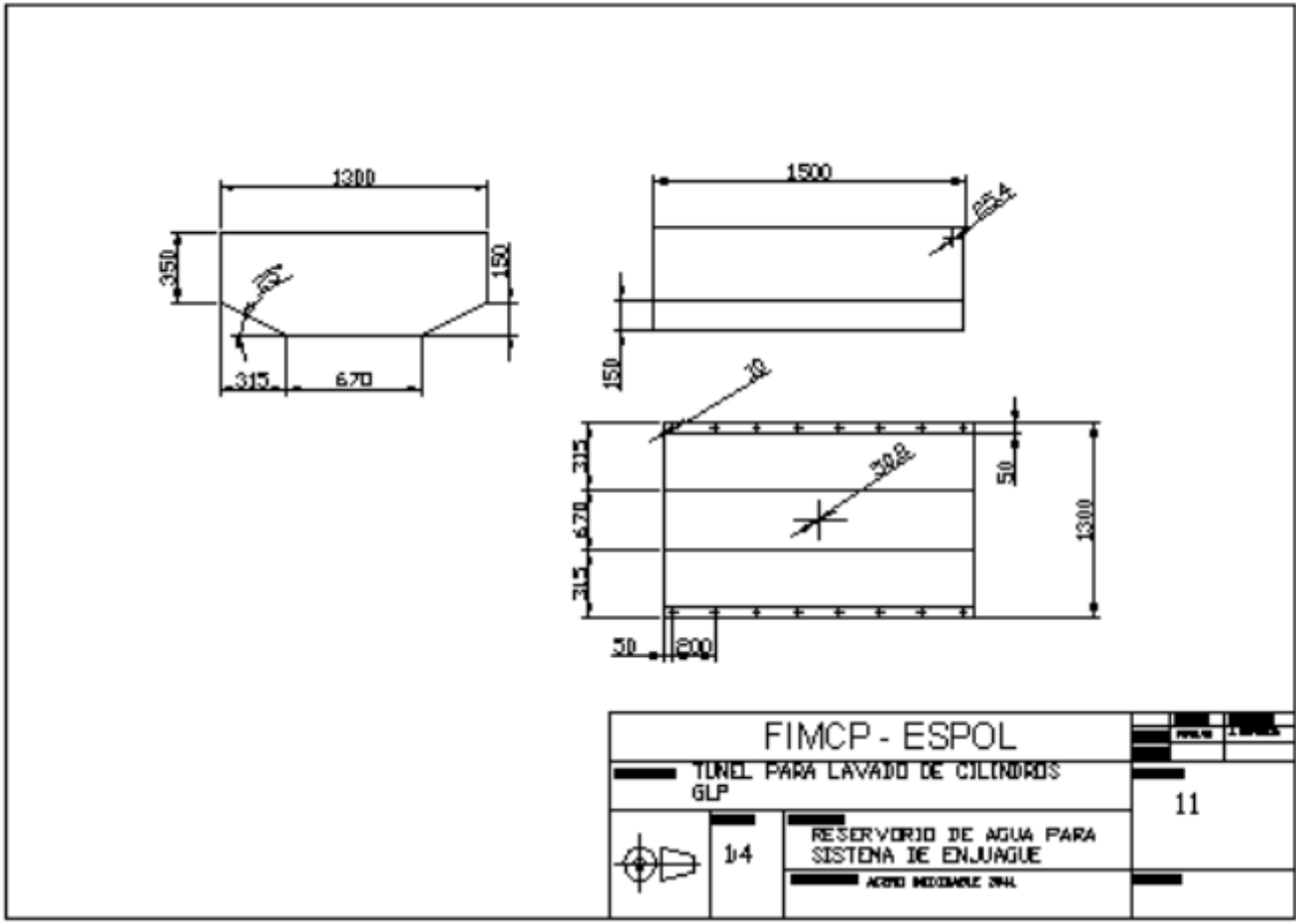
ISOMETRICO DE TUBERIAS DEL SISTENA DE LAVADO

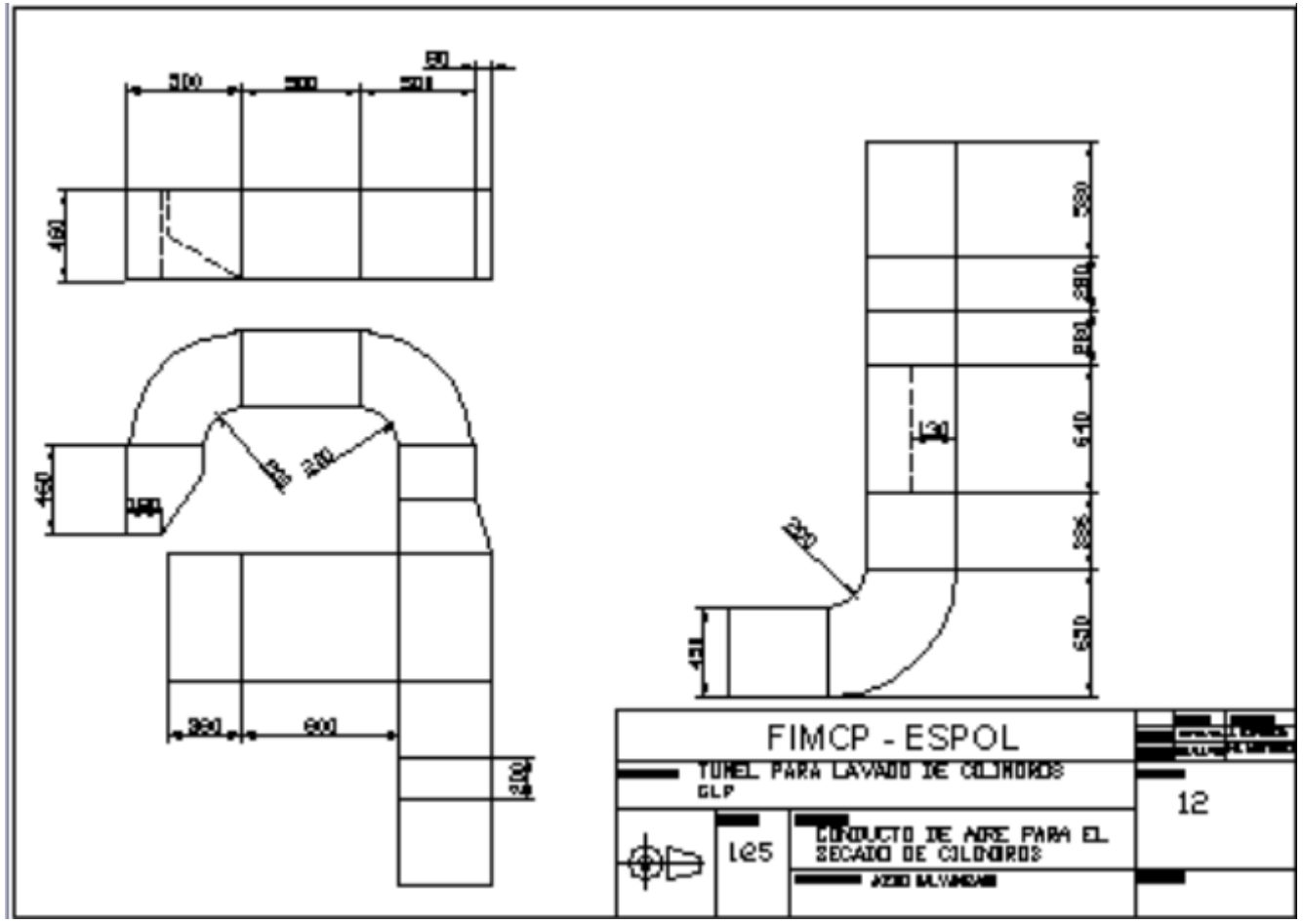
9



FIMCP - ESPOL			
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP			10
	1:4	ISOMETRICO DE TUBERIAS DEL SISTEMA DE LAVADO	
		ACERO INOXIDABLE 304L	


FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
11
1:4
RESERVORIO DE AGUA PARA SISTEMA DE LAVADO


1300
350
150
315
670
1500
150
315
670
315
50
1300
50
600
FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
11
1:4
RESERVORIO DE AGUA PARA SISTEMA DE ENJUAGUE


FIMCP - ESPOL
TUNEL PARA LAVADO DE CILINDROS GLP
12
1:25
CONDUCTO DE AIRE PARA EL SECADO DE CILINDROS

APENDICES

APENDICE A

NORMAS

NORMA INTERNACIONAL

ISO 9001

Traducción certificada
Certified translation
Traduction certifiée

Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos

Quality management systems — Requirements

Systèmes de management de la qualité — Exigences

Impreso en la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, en tanto que traducción oficial en español por cuenta de 5 comités miembros de ISO (véase lista en página ii) que han certificado la conformidad de la traducción en relación con las versiones inglesa y francesa.

Número de referencia
ISO 9001:2000
(traducción certificada)

© ISO 2000

Introducción

0.1 Generalidades

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización. No es el propósito de esta Norma Internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad o en la documentación.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta Norma Internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como "NOTA" se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente.

Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentarios y los propios de la organización.

En el desarrollo de esta Norma Internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de la calidad enunciados en las Normas ISO 9000 e ISO 9004.

0.2 Enfoque basado en procesos

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de

a) la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,

b) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,

c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y

d) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1 ilustra los vínculos entre los procesos presentados en los capítulos 4 a 8. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en la figura 1 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada.

Traducción certificada / Certified translation / Traduction certifiée
© ISO 2000 – Todos los derechos reservados

NOTA De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

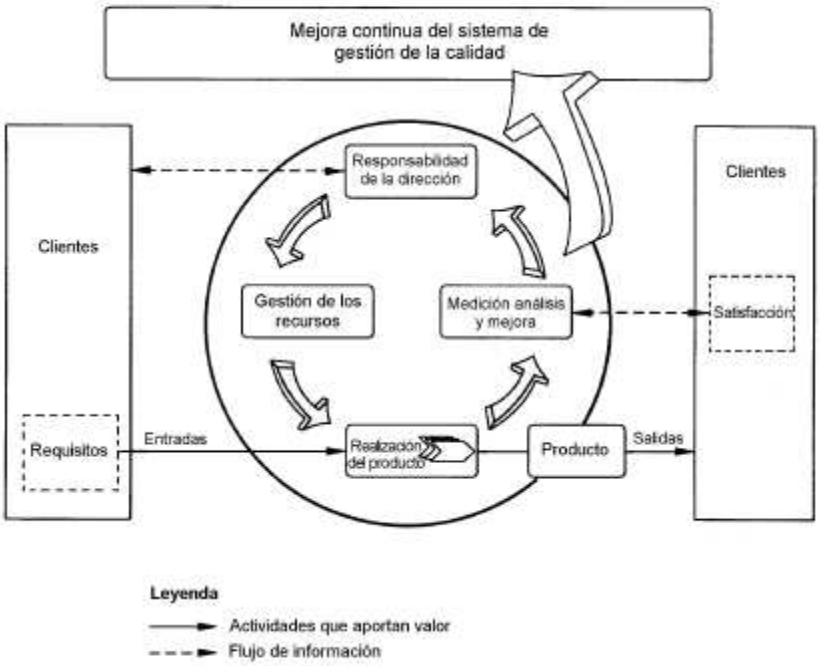


Figura 1 — Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

0.3 Relación con la Norma ISO 9004

Las ediciones actuales de las Normas ISO 9001 e ISO 9004 se han desarrollado como un par coherente de normas para los sistemas de gestión de la calidad, las cuales han sido diseñadas para complementarse entre sí, pero que pueden utilizarse igualmente como documentos independientes. Aunque las dos normas tienen diferente objeto y campo de aplicación, tienen una estructura similar para facilitar su aplicación como un par coherente.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente.

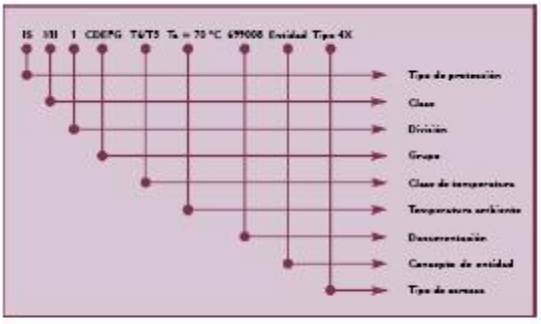
© ISO 2000 – Todos los derechos reservados

2.4. Certificaciones Ex en Norteamérica

Tanto Estados Unidos como Canadá pertenecen a la Comisión de Electrotecnia Internacional (IEC) aunque, a diferencia de Europa, la integración de las recomendaciones IEC sobre zonas Ex (zonas con riesgo) en la legislación nacional se ha producido muy recientemente. Esto se traduce en que en la actualidad existen dos sistemas de normalización vigentes. El código de prácticas de instalación aparece estipulado en los reglamentos nacionales relevantes (NEC = *Nacional Electrical Code* para Estados Unidos, o CEC = *Canadian Electrical Code* para Canadá). Las principales diferencias con respecto a los reglamentos europeos residen en las "divisiones" en que se dividen las zonas Ex, y en que las conexiones eléctricas deben hacerse utilizando conductos de cable (tubos a través de los cuales pasan los cables). Los reglamentos válidos desde entonces se han incorporado al Artículo 500 de la NEC, y la nueva recomendación IEC se ha trasladado al Artículo 505 de la NEC. Distinguiremos entre estos dos artículos para simplificar nuestra exposición:

NEC Artículo 505
Permite el uso de los mismos tipos de protección que la serie de normas IEC 60079 que están aprobadas –y se utilizan– en Europa. No obstante, además de los requisitos de diseño resultantes, la conexión eléctrica debe realizarse mediante un conducto (exceptuando la seguridad intrínseca). Esta conexión mediante conducto debe ser capaz de soportar la presión de explosión asociada al grupo. El resultado es un diseño muy resistente y unos costes de fabricación altos, por lo que, previsiblemente, en el futuro se utilizará un diseño para Europa y otro distinto para Norteamérica. Por lo demás, se aplican las mismas normas que se detallan en el apartado 4 de este documento. En lo que se refiere al marcaje, conviene señalar que en lugar de la marca EEx se utiliza AEx.

NEC Artículo 500
Este artículo no aprueba los mismos tipos de protección que en Europa. Además, conviene indicar que las mezclas potencialmente explosivas también pueden estar presentes en los conductos de conexión (conexión eléctrica, normalmente con una rosca interna NPT de ½ pulgada), que deben ser capaces de soportar una presión de explosión de hasta 415 bar, dependiendo de la clase de certificación. Esto explicaría lo altamente resistente que, en ocasiones, resulta el diseño de estas conexiones. El marcaje y clasificación del equipo se ilustra con el siguiente ejemplo.



2. OBJETIVO DE LA DIRECTIVA ATEX 94/9/CE

La Directiva 94/9/CE tiene por objeto **garantizar** en el territorio de la UE **la libre circulación de los productos que entran dentro de su ámbito de aplicación**. Por consiguiente, esta Directiva, **basada en el artículo 95 del Tratado CE**, prescribe requisitos armonizados y procedimientos para acreditar la conformidad.

La Directiva señala que, al objeto de eliminar los obstáculos al comercio a través del nuevo enfoque establecido en la Resolución del Consejo de 7 mayo de 1985[17], es preciso definir una serie de requisitos esenciales relacionados con la seguridad y con otros aspectos que garanticen un alto nivel de protección. Dichos **Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud (RESS)** se relacionan en el anexo II de la Directiva 94/9/CE.

A partir del 30 de junio de 2003, los productos podrán comercializarse en el territorio de la UE, podrán circular con entera libertad y podrán utilizarse debidamente en el entorno previsto sólo si cumplen la Directiva 94/9/CE (y el resto de normas pertinentes).

Conviene señalar que la Directiva 94/9/CE establece por vez primera una serie de Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud relativos, por un lado, al material no eléctrico destinado a utilizarse en atmósferas potencialmente explosivas, a los aparatos destinados a ser utilizados en entornos potencialmente explosivos debido a la presencia de polvo y a los sistemas de protección y, por otro, a los dispositivos destinados a ser utilizados fuera de atmósferas explosivas pero que son necesarios o convenientes para el funcionamiento seguro de los aparatos o sistemas de protección en relación con los riesgos de explosión. Ello supone un incremento del ámbito de aplicación en comparación con las legislaciones nacionales existentes.

En los capítulos siguientes se desarrollarán las exigencias de cumplimiento de las disposiciones de la Directiva 94/9/CE.

3. CONCEPTOS GENERALES[18]

A efectos de la presente guía, el término «producto» se refiere indistintamente a aparatos, sistemas de protección, dispositivos, componentes y sus combinaciones.

Cabe destacar que la Directiva 94/9/CE establece una serie de obligaciones para la persona que comercializa o pone en servicio los productos, ya sea el fabricante, su representante autorizado, el importador u otra persona responsable, pero no regula el empleo de aparatos en atmósferas potencialmente explosivas. Esta cuestión, no obstante, se regula en la Directiva 89/655/CEE, según la cual, en pocas palabras, los productos sólo podrán utilizarse si son conformes con las Directivas pertinentes (Directivas del artículo 95) que se les apliquen en el momento de su comercialización o puesta en servicio.

Asimismo, la Directiva 89/655/CEE regula el uso de productos en atmósferas explosivas mediante una «Directiva del Consejo relativa a los requisitos mínimos para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos potenciales por la presencia de atmósferas explosivas», que será una Directiva individual en los términos del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE y tomando como base el artículo 138 del Tratado CE[19].

En general, el uso de este tipo de productos en entornos potencialmente explosivos exige un seguimiento en el marco de las actividades de supervisión que realizan las autoridades competentes de los Estados miembros.

3.1. Comercialización de productos ATEX

Este concepto se refiere a la primera vez que un producto, a cambio de dinero o de forma gratuita, pasa a estar disponible en el mercado de la UE, con fines de distribución o utilización en la UE.

Comentarios:

---

17 DO C 136 de 4.6.1985, p. 1.

18 Hallará definiciones generales en la *Guía para la aplicación de directivas basadas en el nuevo enfoque y en el enfoque global (Guía Azul)*. Las definiciones relativas específicamente a la Directiva 94/9/CE se recogen en el capítulo 4 de la presente guía.

19 Véase la propuesta modificada de una directiva del Consejo relativa a los requisitos mínimos para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos potenciales por la presencia de atmósferas explosivas, DO C 184 de 17.7.1997.

El concepto de comercialización determina el momento en que los productos pasan por primera vez de la fase de fabricación al mercado de la UE, o bien de la fase de importación de un país no perteneciente a la UE a la de distribución o utilización en la UE. Dado que el concepto de comercialización se refiere exclusivamente a la primera vez que un producto pasa a estar disponible en la UE con fines de distribución o utilización en la UE, la Directiva ATEX 94/9/CE regula únicamente los productos ATEX *nuevos* que se fabrican en la UE y los productos ATEX *nuevos o usados* que se importan de un país no perteneciente a la UE

Las disposiciones y obligaciones de la Directiva en relación con la comercialización se aplican individualmente a cada producto a partir del 30 de junio de 2003, con independencia de la fecha y el lugar de fabricación. Es responsabilidad del fabricante garantizar que todos y cada uno de sus productos son conformes a la Directiva, si entran dentro de su ámbito de aplicación.

«Disponibilidad» significa la transferencia del producto, es decir, la transmisión de la propiedad o la entrega física del producto por parte del fabricante, su representante autorizado en la UE o el importador a la persona encargada de distribuirlo en el mercado de UE, o bien el paso del producto al consumidor final, a un intermediario o a un usuario por medio de una transacción comercial, a cambio de dinero o de forma gratuita, independientemente del instrumento jurídico en que esté basada dicha transferencia (venta, alquiler, arrendamiento, obsequio u otro tipo de instrumento jurídico comercial). El producto ATEX debe ser conforme con la Directiva en el momento de ser transferido.

Si un fabricante, su representante autorizado en la UE o el importador ofrece en un catálogo productos regulados por la Directiva, no se considerará que éstos se han comercializado hasta que realmente pasen a estar disponibles por primera vez. Por consiguiente, los productos ofrecidos en un catálogo no tienen que ajustarse plenamente a las disposiciones de la Directiva 94/9/CE, aunque esta circunstancia debe mencionarse claramente en el catálogo.

La comercialización no se refiere a:

- la entrega de un producto por el fabricante a su representante autorizado establecido en la UE, para que actúe, en nombre del primero, a fin de garantizar su conformidad con la Directiva;
- las importaciones a la UE con fines de reexportación; es decir, en un proceso de tránsito;
- la fabricación de productos en la UE para ser exportados a un país no perteneciente a la UE;
- la presentación de productos en ferias y exposiciones[20]. Dichos productos no tienen que ajustarse plenamente a las disposiciones de la Directiva 94/9/CE, aunque esta circunstancia deberá indicarse claramente junto a los productos que se expongan.

La persona que comercialice un producto en la UE, ya sea el fabricante, su representante autorizado o, si ninguno de los dos está establecido en la UE, el importador o cualquier otra persona responsable, deberá conservar a disposición de la autoridad competente la Declaración CE de conformidad. Si las autoridades ejecutivas solicitan la documentación técnica, cuando proceda, ésta se les facilitará en un plazo de tiempo razonable (véase los anexos III, VI, VIII). Dichos documentos se mantendrán a disposición de las autoridades competentes durante diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto. Esta obligación se aplica a los productos fabricados en la UE y también a los que se importen de un país no perteneciente a la UE.

3.2. Puesta en servicio de productos ATEX

Este concepto se refiere a la primera vez que un usuario utiliza en el territorio de la UE los productos citados en la Directiva 94/9/CE.

Comentarios:

Los productos que regula la Directiva 94/9/CE se ponen en servicio cuando se utilizan por vez primera.

No obstante, si un producto está listo para ser utilizado en cuanto se comercializa y además no es preciso montarlo ni instalarlo y las condiciones de distribución (almacenamiento, transporte, etc.) no influyen en su rendimiento, se considerará que dicho producto ha sido puesto en servicio en el mismo momento de haberse comercializado, si resulta imposible determinar cuándo se utiliza por primera vez.

---

[20] Véase el apartado 3 del artículo 2 de la Directiva.

3.3. Fabricante

Es la persona responsable del diseño y la fabricación de los productos que regula la Directiva 94/9/CE, con la intención de comercializarlos en la UE con su propio nombre.

También se convierte en fabricante quien modifique sustancialmente un producto para obtener un producto «como nuevo»[21], con la intención de comercializarlo en la UE.

Comentarios:

El fabricante es responsable de:

- realizar un análisis para determinar si su producto está sujeto a la Directiva 94/9/CE y qué requisitos son aplicables (este punto se explica con más detalle en el capítulo 4);
- diseñar y construir el producto con arreglo a los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud establecidos en la Directiva;
- observar los procedimientos de evaluación de la conformidad del producto con los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud establecidos en la Directiva (véase el artículo 8).

El fabricante es el único y último responsable de la conformidad de su producto con las Directivas aplicables. Está obligado a comprender el diseño y la fabricación del producto para poder declarar dicha conformidad en razón de todas las disposiciones y requisitos aplicables de las Directivas pertinentes.

El fabricante puede subcontratar determinadas operaciones, como por ejemplo el diseño o la propia elaboración del producto, siempre que conserve el control general y la responsabilidad por el producto en su totalidad. Asimismo, puede utilizar elementos o componentes prefabricados, provistos o no del marcado CE, para fabricar el producto, sin perder por ello su condición de fabricante.

Los artículos 8 y 10 de la Directiva 94/9/CE y los anexos asociados definen las obligaciones que incumben al fabricante en lo concerniente a la evaluación de la conformidad, el marcado CE, la declaración CE de conformidad, el certificado escrito de conformidad (si procede) y la conservación de una copia de dicha declaración CE de conformidad, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes durante un plazo de diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto.

3.4. Fabricación de productos ATEX para uso propio

Tendrá consideración de fabricante todo aquel que haya fabricado para uso propio y ponga en servicio productos incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva. El fabricante está obligado a cumplir la Directiva en lo que respecta a la puesta en servicio.

3.5. Representante autorizado

Es la persona o personas designadas expresamente por el fabricante mediante un mandato escrito para actuar en su nombre en lo concerniente a determinadas obligaciones del fabricante en la UE. El mandato que otorga el fabricante a su representante autorizado determina hasta qué punto éste puede comprometer la responsabilidad de aquél, debiéndose observar también las limitaciones impuestas en este sentido por los artículos pertinentes de la Directiva.

Por ejemplo, el fabricante puede autorizar a su representante para que se encargue de los ensayos en el territorio de la UE, firme la declaración CE de conformidad, coloque el marcado CE y conserve una copia de la declaración CE de conformidad y de la documentación técnica en la UE a disposición de las autoridades competentes.

El organismo notificado no evalúa el sistema de garantía de la calidad que utiliza el representante autorizado/la persona responsable, sino el que utiliza el fabricante real. No sería razonable evaluar el sistema de garantía de la calidad utilizado por una persona que no fabrica el producto y que quizá no sea más que un agente comercial.

Comentarios:

Los artículos 8 y 10 de la Directiva 94/9/CE, junto con los anexos 3 a 9, definen las obligaciones que incumben al representante autorizado establecido en la UE en lo concerniente a la evaluación de la

---

[21] Véase el capítulo 6 de la presente guía.

conformidad, el marcado CE, la declaración CE de conformidad y la conservación de una copia de dicha declaración CE de conformidad, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes durante un plazo de diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto.

3.6. Otras personas responsables de la comercialización

Cuando ni el fabricante ni su representante autorizado estén establecidos en la UE, las obligaciones que impone la Directiva corresponderán a cualquier otra persona que resida en la UE y comercialice el producto en la UE. Su única obligación consistirá en conservar los documentos necesarios a disposición de las autoridades competentes durante diez años a partir de la última fecha de fabricación del producto. En su calidad de «persona responsable de la comercialización», no podrá asumir otras responsabilidades que se reservan exclusivamente al fabricante o a su representante autorizado (por ejemplo, firmar la declaración CE de conformidad).

3.7. Aparatos[22]

Se entenderá por aparatos[23], tal y como se define el término en la Directiva 94/9/CE, las máquinas, los materiales, los dispositivos fijos o móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes potenciales de ignición que los caracteriza, pueden desencadenar una explosión.

Tras las sesiones de debate mantenidas por el Comité permanente y los organismos de normalización, conviene señalar que los aparatos de seguridad intrínseca se incluyen en el ámbito de aplicación de la Directiva.

3.7.1. Conjuntos

Del término «combinados», empleado en la definición anterior, se sigue que un conjunto formado por la combinación de dos o más aparatos, junto con los componentes que se precisen, debe considerarse un producto incluido en el ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE (véase nota 1), suponiendo que una persona responsable (que se convertirá en el fabricante del conjunto) comercialice dicho conjunto o lo ponga en servicio como una unidad funcional única.

Es posible que dichos conjuntos no estén listos para ser utilizados, sino que precisen una instalación adecuada. Las instrucciones (anexo II, 1.0.6) deberán tener esto en cuenta de manera que se garantice la conformidad con la Directiva 94/9/CE sin tener que realizar ninguna otra evaluación de la conformidad, suponiendo que el instalador haya seguido las instrucciones correctamente.

Si un conjunto se compone de varios aparatos (tal y como se definen en la Directiva 94/9/CE) que diferentes fabricantes hayan comercializado con anterioridad, dichos aparatos deberán ser conformes a la Directiva y, por tanto, estarán sujetos a las obligaciones que ésta establece, como una adecuada evaluación de la conformidad, el marcado CE, etc. El fabricante del conjunto podrá suponer la conformidad de dichos aparatos y limitar su propia evaluación de riesgos del conjunto a los peligros adicionales de ignición y de otro tipo (definidos en el anexo II) que sean pertinentes en vista de la combinación final. Si se identifican peligros adicionales, habrá que evaluar de nuevo la conformidad del conjunto en relación con ellos. De igual modo, el responsable del montaje podrá suponer la conformidad de los componentes que vayan acompañados de un certificado, expedido por su fabricante, que declare su conformidad (véase el artículo 8.3 de la Directiva y el capítulo 10 de la presente guía).

No obstante, si el fabricante del conjunto integra en él piezas que no poseen el marcado CE (por tratarse de piezas que haya fabricado él mismo o piezas que le ha entregado su proveedor para que él las transforme) o componentes que no van acompañados del certificado antes mencionado, no podrá suponer la conformidad de dichas piezas y además deberá incluirlas, si procede, en su evaluación de la conformidad del conjunto.

---

[22] Está visto que determinadas versiones lingüísticas de las Directivas ATEX interpretan algunas definiciones de forma distinta. La presente guía pretende que las partes interesadas de todo el EEE conozcan el enfoque común acordado por los Estados Miembros. No obstante, no influye en modo alguno en las diferentes versiones instrumentadas en las legislaciones pertinentes de ámbito nacional, ni en el derecho del fabricante a elegir esta vía, si así lo desea.

[23] Véase la letra a) del apartado 3 del artículo 1 de la Directiva.

Los conjuntos pueden comercializarse de diferentes maneras:

3.7.1.1. Conjuntos totalmente especificados

En este caso el fabricante ya ha definido una o más combinaciones invariables de piezas y las comercializa como una unidad funcional única/varias unidades funcionales únicas.

Un ejemplo de ello podría ser la instrumentación compuesta de un sensor, un transmisor, una barrera zener y una fuente de alimentación, si proceden de un mismo fabricante.

Las piezas antes mencionadas las reúne una misma persona (el fabricante del conjunto), y comercializan como una unidad funcional única. Esta persona asume la responsabilidad de que la totalidad del conjunto cumpla la Directiva.

La declaración CE de conformidad, así como el manual de instrucciones, deben referirse al conjunto completo. Debe quedar claro (por ejemplo, adjuntando una lista de todas las piezas o una lista de los datos relacionados con la seguridad) cuál es la combinación o combinaciones que forman los conjuntos. El fabricante asume la responsabilidad de cumplir la Directiva y por tanto, con arreglo a lo especificado en el apartado 1.0.6 del anexo II, de incluir en el manual de instrucciones indicaciones claras de montaje/instalación/funcionamiento/mantenimiento, etc.

3.7.1.2. Conjuntos con varias configuraciones

En este caso el fabricante ha definido toda una gama de piezas distintas que forman un «sistema modular». El, o el usuario/instalador, selecciona y combina piezas de dicha gama con el fin de obtener un conjunto útil para una tarea determinada.

Un ejemplo de ello podría ser un sistema modular para mecanismos antideflagrantes de conmutación y de mando, compuesto de varias envolturas antideflagrantes de diferentes tamaños, varios conmutadores, terminales, disyuntores, etc.

Aunque en este caso las piezas no las reúne necesariamente el fabricante del conjunto ni se comercializan como una unidad funcional única, el fabricante es responsable de que el conjunto cumpla la Directiva si las piezas se escogen de la gama definida y se seleccionan y combinan según sus instrucciones.

La declaración CE de conformidad, así como el manual de empleo, deben referirse al «sistema modular» completo. Debe quedar claro qué piezas forman el sistema modular y cómo se tienen que seleccionar para formar un conjunto conforme con la Directiva. Por consiguiente, con arreglo a lo especificado en el apartado 1.0.6 del anexo II, el fabricante debe incluir en el manual de instrucciones indicaciones claras para la selección de piezas y para su montaje/instalación/ funcionamiento/mantenimiento, etc.

Para evaluar la conformidad de dichos sistemas modulares, basta con evaluar, de todas las configuraciones posibles y útiles, al menos las que plantean los riesgos más elevados (casos más desfavorables). Si se concluye que dichas configuraciones son conformes con los RESS de la Directiva 94/9/CE, el fabricante podrá deducir que el resto de configuraciones también son conformes. Como es natural, si posteriormente es preciso añadir otras piezas al «sistema modular», quizás haya que identificar y evaluar de nuevo los casos más desfavorables.

En el cuadro de la página 15 figura un resumen de las diferentes situaciones relacionadas con los conjuntos.

3.7.2. Instalaciones

Una situación habitual es que uno o más fabricantes hayan comercializado por separado las piezas de un aparato ya certificado, en lugar de tratarse de una sola persona jurídica que comercializa una unidad funcional única (como se describe en el apartado 3.7.1). La combinación de dichos aparatos y su instalación en un establecimiento del usuario no se considera fabricación y, por tanto, no comporta la producción de aparatos: el resultado de dicha operación es una instalación, que queda fuera del ámbito de aplicación de la Directiva 94/9/CE. El instalador debe garantizar que los aparatos que inicialmente eran conformes con la Directiva lo sigan siendo cuando se pongan en servicio. Por este motivo, debe seguir al pie de la letra todas las instrucciones de instalación que proporcionen los fabricantes. La Directiva no regula el proceso de instalación de los aparatos, que generalmente está sujeto a la normativa de los Estados miembros. Un ejemplo de ello podría ser la instrumentación compuesta de un sensor, un transmisor, una barrera zener y una fuente de alimentación, si proceden de varios fabricantes y se instalan bajo la responsabilidad del usuario.

3.7.3. Material eléctrico

La Directiva 94/9/CE no define el «material eléctrico». Sin embargo, y dado que este tipo de aparatos utiliza un procedimiento propio de evaluación de la conformidad, quizá resulte útil ofrecer la siguiente definición, que han aceptado la mayoría de los Estados miembros:

Material eléctrico: Aquellos aparatos, tal y como se definen en el capítulo 3.7, que incorporan elementos eléctricos y se utilizan para la producción, almacenamiento, medición, distribución y conversión de energía eléctrica, para controlar el funcionamiento de otros aparatos por medios eléctricos o para la transformación de materiales mediante la aplicación directa de energía eléctrica. Conviene señalar que si un producto final se monta con elementos eléctricos y mecánicos, y dicha combinación no plantea ningún riesgo adicional, no habrá necesidad de evaluarlo como si se tratara de material eléctrico (para más información, consulte el capítulo 3.7.1).

Ejemplos: Una bomba (material no eléctrico) se somete a los procedimientos adecuados de evaluación de la conformidad y a continuación se conecta a un motor eléctrico (material eléctrico) ya evaluado. Si esta combinación no plantea ningún peligro adicional, no habrá necesidad de evaluar la parte eléctrica.

Si esa misma bomba y el motor eléctrico se conectan sin haberse sometido previamente a los procedimientos adecuados de evaluación de la conformidad, el producto resultante debe considerarse material eléctrico y la evaluación de la conformidad debe tratarlo como tal.

APENDICE C

MOTORREDUCTOR

BONFIGLIOLI RIDUTTORI

INDUSTRY PROCESS AND AUTOMATION SOLUTIONS

VF W

BONFIGLIOLI

1.0 - SIMBOLOGÍA Y UNIDADES DE MEDIDA

An	[N]	La **carga axial admisible** representa la fuerza que puede aplicarse axialmente sobre el eje del reductor, conjuntamente a la carga radial nominal, sin perjudicar la integridad de los soportes.
f_s	-	El **factor de servicio** es el parámetro que traduce numéricamente la gravosidad del ciclo de funcionamiento del reductor.
f_{tp}	-	El **factor de corrección** permite tener en cuenta la influencia de la temperatura ambiente en el cómputo del par de cálculo. El parámetro es relevante para los reductores de vis sinfin.
i	-	La **relación de transmisión** expresa la relación existente entre la velocidad de entrada y la velocidad de salida del reductor.

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

I	-	La **relación de intermitencia** está definido como:

$$I = \frac{t_r}{t_r + t_f} \times 100$$

J_C	[Kgm^2]	**Momento de inercia de las masas conducidas.**
J_M	[Kgm^2]	**Momento de inercia del motor.**
J_R	[Kgm^2]	**Momento de inercia del reductor.**
K	-	El **factor de aceleración** de las masas interviene en la determinación del factor de servicio y se obtiene de la relación:

$$K = \frac{J_C}{J_M}$$

K_R	-	La **constante de transmisión** es un parámetro de cálculo proporcional a la tensión generada por una transmisión externa montada sobre el eje del reductor.
Mn_2	[Nm]	**Par transmisible**, referido al eje de entrada del reductor. El valor de catálogo está calculado para un factor de servicio $f_s = 1$.
Mr_2	[Nm]	**Par solicitado** por la aplicación. Su valor deberá ser siempre igual o inferior al par nominal Mn_2 del reductor.
Mc_2	[Nm]	**Par de cálculo.** Es un parámetro virtual y se utiliza en el procedimiento de selección del reductor según la expresión:

$$M_{c2} = M_{r2} \times f_s \times f_{tp}$$

n	[min^{-1}]	**Velocidad** de giro del eje.

P_{n1}	[kW]	**Potencia nominal** referida al eje de entrada del reductor y calculada en correspondencia a un factor de servicio $f_s = 1$.
P_R	[kW]	**Potencia requerida** por la aplicación.
R_C	[N]	La **carga radial de cálculo** es la generada por una transmisión externa sobre los ejes de entrada y de salida respectivamente; puede ser calculada a través de las siguientes expresiones:

$$R_{c1}[N] = \frac{2000 \times M_1 \times K_R}{d\,[mm]} \quad ; \quad R_{c2}[N] = \frac{2000 \times M_2 \times K_R}{d\,[mm]}$$

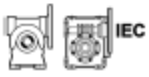
R_N	[N]	La **carga radial admisible** deberá ser siempre igual o superior a la carga radial de cálculo. El valor punta está indicado en el catálogo para cada tamaño y relación de reducción de los reductores, referido al centro de la longitud del eje.
S	-	El **factor de seguridad** se define como:

$$S = \frac{M_{n2}}{M_2} = \frac{P_{n1}}{P_1}$$

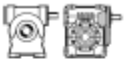
t_a	[°C]	**Temperatura ambiente.**
tr	[min]	El **tiempo de funcionamiento** es la duración total de la fase de trabajo.
t_r	[min]	El **tiempo de reposo** es el intervalo de inactividad entre dos fases de trabajo.
Z_r	-	**Número** de arranques hora.
η_d	-	El **rendimiento dinámico** se expresa por la relación entre la potencia medida en el eje de salida y la aplicada en el eje de entrada:

$$\eta_d = \frac{P_2}{P_1}$$

$[\ ]_1$	El tamaño en cuestión se refiere al eje de entrada del reductor.
$[\ ]_2$	El tamaño en cuestión se refiere al eje de salida del reductor.



Motorreductor predispuesto para el montaje con motores estándar IEC.



Reductor con eje de entrada cilíndrico.

⚠ **Situación de peligro.** Puede provocar daños leves a las personas.

2.0 - INTRODUCCIÓN A LA DIRECTIVA ATEX

Atmósfera explosiva

Según la directiva 94/9/CE se entiende por atmósfera explosiva la constituida por una mezcla:

a) de **sustancias inflamables** en estado gaseoso, vapor, niebla y polvos;
b) con **aire**;
c) en determinadas condiciones atmosféricas;
d) una vez iniciada, la combustión se propaga al mismo tiempo que la mezcla no quemada (es preciso hacer notar, que en presencia de polvo, no siempre éste se consume totalmente en la combustión).

Una atmósfera susceptible de transformarse en atmósfera explosiva a causa de las condiciones locales y/o operativas se define como **atmósfera potencialmente explosiva**. Es sólo a este tipo de atmósfera potencialmente explosiva que están destinados los productos objeto de la directiva 94/9/CE.

Norma europea de armonización ATEX

De la Unión Europea han emanado dos directivas guía de armonización en el campo de la salud y de la seguridad. Estas directivas son conocidas como ATEX 100a y ATEX 137.

La directiva ATEX 100a (EU/94/9/CE) describe los requisitos mínimos de seguridad para los productos destinados al uso en zonas con riesgo de explosión, en el interior de los países de la Unión Europea. La directiva asigna, además, una **categoría** definida por la directiva misma.

La directiva ATEX 137 (EU/99/92/CE) indica los requisitos mínimos en referencia a la salud y a la seguridad del ambiente de trabajo, de las condiciones de trabajo, del manejo de los productos y sustancias en ambientes con riesgo de explosión. La directiva además, divide los ambientes de trabajo en **zonas** y establece los criterios para la aplicación de la **categoría** del producto en la zona misma.
Sigue un esquema descriptivo de la **zona** donde el director de una planta caracterizada por la presencia de atmósfera potencialmente explosiva, debe subdividir las áreas de aplicación de los aparatos.

Zona		Frecuencia de la formación de atmósfera potencialmente explosiva	Tipo de peligro
Atmósfera gaseosa G	Atmósfera polvorienta D		
0	20	Presencia constante o períodos prolongados	Permanente
1	21	Ocasional en funcionamiento normal	Potencial
2	22	Muy rara y/o de breve duración en funcionamiento normal	Mínimo

Los reductores de producción BONFIGLIOLI RIDUTTORI seleccionados en el presente catálogo son idóneos para instalaciones en las zonas 1, 21, 2 y 22, resaltados en color gris en el esquema arriba indicado.

A partir del 1 Julio 2003 las directivas ATEX se aplican en todo el territorio de la Unión Europea sustituyendo las leyes actualmente en vigor a nivel nacional y europeo en materia de atmósfera explosiva.
Es de subrayar que, por primera vez, la directiva se extiende a los aparatos de naturaleza mecánica, hidráulica y neumática y no solamente a los aparatos eléctricos como se ha contemplado hasta hoy.

En relación a la **Directiva Máquina** 98/37/CE es necesario precisar que la directiva 94/9/CE se pone como un complejo de requisitos muy específicos y particularizados en relación a los peligros derivados de atmósferas potencialmente explosivas mientras la directiva Máquina, con relación a la seguridad contra el riesgo de explosiones, contiene sólo requisitos de carácter muy general (apéndice I, párr. 1.5.7).

Por lo tanto, en lo referente a la protección contra explosiones en presencia de atmósferas potencialmente explosivas, prevalece y debe ser aplicada la directiva 94/9/CE (ATEX 100a). Para todos los otros riesgos referidos a la maquinaria deben ser aplicados también los requisitos correspondientes a la directiva Máquina.

Niveles de protección para las diversas categorías de aparatos

Las diversas categorías de aparatos deben estar en condiciones de funcionar conforme a los parámetros establecidos por el fabricante a determinados niveles de protección.

Nivel de protección	Categoría		Tipo de protección	Condiciones de funcionamiento
	Grupo I	Grupo II		
Muy elevado	M1		Dos medios de protección independientes o seguridad garantizada tanto si se producen dos averías independientes una de la otra	Los aparatos quedan alimentados y en funcionamiento también en presencia de atmósfera explosiva
Muy elevado		1	Dos medios de protección independientes o seguridad garantizada tanto si se producen dos averías independientes una de la otra	Los aparatos restantes alimentados en función de la zona 0, 1, 2 (G) y/o en las zonas 20, 21, 22 (D)
Elevado	M2		Protecciones adaptadas al funcionamiento normal y en condiciones de funcionamiento gravosas	Queda interrumpida la alimentación de los aparatos en presencia de atmósfera potencialmente explosiva
Elevado		2	Protecciones adaptadas al funcionamiento normal y con averías frecuentes o aparatos con los que normalmente se controlen las averías	Los aparatos quedan alimentados en función de la zona 1, 2 (G) y/o en las zonas 21, 22 (D)
Normal		3	Protecciones adaptadas al funcionamiento normal	Los aparatos quedan alimentados en función de la zona 2 (G) y/o en la zona 22 (D)

Definición de los grupos (EN 1127-1)

Grupo I Comprende los aparatos destinados a ser utilizados en trabajos subterráneos de minería y en las plantas de superficie, expuestos al riesgo de emanaciones de grisú y/o polvos combustibles.

Grupo II Comprende los aparatos destinados a ser utilizados en otros ambientes en que exista la probabilidad que se provoque una atmósfera explosiva.

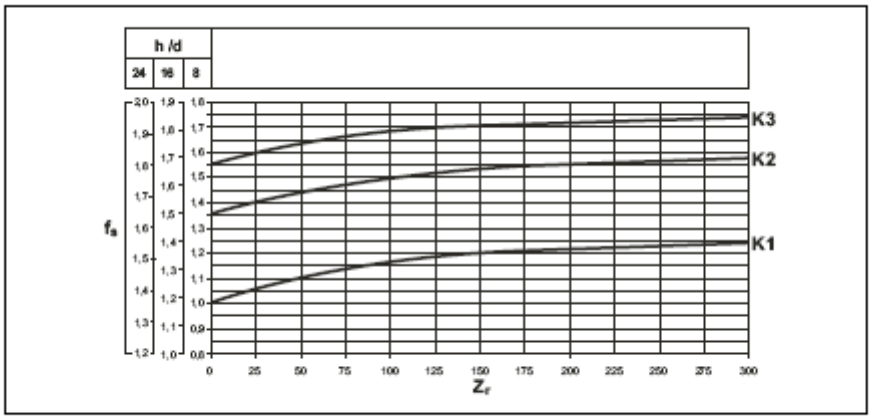
Las áreas en color gris evidencian las únicas categorías para las cuales están disponibles los reductores de producción BONFIGLIOLI RIDUTTORI. Queda, por tanto, excluida cualquier instalación de aparatos BONFIGLIOLI RIDUTTORI en las aplicaciones de minería, clasificables como **Grupo I y Grupo II**, categoría 1.

4.0 - SELECCIÓN DEL TIPO DE CONJUNTO

4.1 - Factor de servicio - f_s

El factor f_s de servicio es el parámetro que traduce a un valor numérico aproximado la dureza del servicio el reductor tiene que realizar, teniendo en cuenta: el funcionamiento diario, la variabilidad de la carga y las eventuales sobrecargas, unidos a la aplicación específica del reductor.
En el gráfico abajo indicado, el factor de servicio se obtiene, una vez seleccionada la columna relativa a las horas de funcionamiento diario, por la intersección entre el número de arranques/hora y una de las curvas K1, K2 y K3. Las curvas K_ están asociadas a la naturaleza del servicio (aproximadamente: uniforme, medio y pesado) a través del factor de aceleración de las masas K, unido a la relación entre la inercia de las masas conducidas y la del motor.

Independientemente de los valores del factor de servicio así obtenido, destacamos que existen aplicaciones entre las cuales, y a puro título de ejemplo la elevación, para las que la rotura de un elemento del reductor podría representar un riesgo de lesiones del personal que opere en las proximidades.
En caso de dudas en la aplicación, concernientes a los posibles riesgos, aconsejamos consultar previamente con nuestro Servicio Técnico.



Z_r = n° de arranques / hora.

4.2 - Factor de aceleración de las masas - K

El parámetro sirve para seleccionar la curva relativa al tipo particular de la carga. El valor se obtiene de la relación:

$$K = \frac{J_c}{J_m}$$

donde:

J_c = momento de inercia de las masas conducidas, referido al eje del motor

J_m = momento de inercia del motor

$K \leq 0,25$ – curva **K1** – carga uniforme

$0,25 < K \leq 3$ – curva **K2** – carga con choques moderados

$3 < K \leq 10$ – curva **K3** – carga con choques fuertes

Para valores de K > 10 se recomienda contactar con el Servicio Técnico BONFIGLIOLI RIDUTTORI.

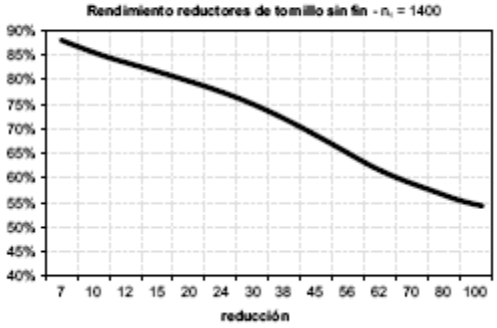
4.3 - Procedimiento de selección:

Determinar el factor de servicio f_s relativo a la aplicación en función del tipo de carga (factor K), del número de arranques hora Zr y de las horas de funcionamiento diarias.

Obtener la potencia absorbida en el eje del motor:

$$P_{r1}\,[kW] = \frac{M_{r2} \times n_2}{9550 \times \eta_d}$$

Aproximadamente, el valor del rendimiento « η_d » puede ser determinado por:



Sucesivamente, proceder de manera diferenciada para la selección de:

a) un reductor dotado de predisposición para motor estándar IEC

b) un reductor configurado en la entrada con eje cilíndrico.

Referirse a la nomenclatura abajo indicada:

4.3.1 - Reductores predispuestos con ataque motor IEC

- En la tabla de los datos técnicos, seleccionar el reductor que, para la velocidad n_2 deseada, disponga de una potencia nominal P_{n1} tal que:

$$P_{n_1} \geq P_{r_1} \times f_s$$

- Seleccionar un motor eléctrico con potencia de placa:

$$P_1 \geq P_{r_1}$$

- Verificar que el acoplamiento motorreductor tenga un factor de seguridad igual o superior al factor de servicio para la aplicación, o sea:

$$S = \frac{P_{n1}}{P_1} \geq f_s$$

4.3.2 - Reductor

- Obtener el valor del par de cálculo:

$$Mc_2 = Mr_2 \times f_s \times f_{tp}$$

Donde el factor de corrección « f_{tp} » se obtiene de la tabla siguiente:

f_{tp}				
Reductor helicoidal C, A, F, S	Reductor vis sinfín VF, W			
	Tipo de carga	Temperatura ambiente [°C]		
		20°	30°	40°
$f_{tp} = 1$	K1 carga uniforme	1,00	1,00	1,06
	K2 carga con golpes moderados	1,00	1,02	1,12
	K3 carga con fuertes golpes	1,00	1,04	1,17

- Para la velocidad n_2 más próxima a la deseada, seleccionar el reductor que desarrolle un par nominal Mn_2 igual o superior al valor del par de cálculo Mc_2, o sea:

$$Mn_2 \geq Mc_2$$

4.4 - Verificación pos-selección

Efectuada la selección del reductor, o del motorreductor, es oportuno proceder a la siguiente verificación:

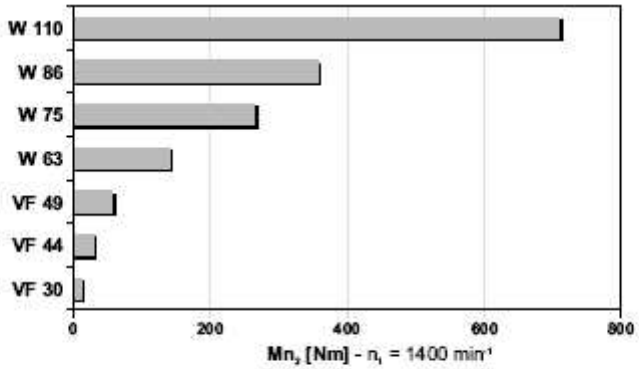
- **Par máximo instantáneo**
  El par punta que el reductor puede aceptar ocasionalmente y por breves instantes es del orden del 300% del par nominal Mn_2. Verificar, por tanto, que el valor del par punta respete esta relación, disponiendo si es necesario, los oportunos dispositivos para la limitación del par.
- **Carga radial**
  El catálogo indica el valor de la carga radial máximo admisible para el eje de entrada « Rn_1 » y para el eje de salida « Rn_2 ». Estos valores están referidos a la aplicación de la fuerza en la mitad de eje y siempre debe ser superior a la fuerza realmente aplicada. Ver el párrafo: Cargas radiales.
- **Carga axial**
  Verificar que la componente axial de la carga no supere el valor admisible, como está expresado en párrafo: Cargas axiales.

4.5 - Condiciones operativas admitidas por ATEX

- Temperatura ambiente -20 °C < ta < +40 °C.
- El reductor debe instalarse en la posición de montaje especificada en el pedido e indicada en la placa de características. Cada variación eventual debe ser comunicada preventivamente y aprobada por BONFIGLIOLI RIDUTTORI.
- Está prohibido instalar el reductor con el eje en posición inclinada, sin previa consulta y aprobación del Servicio Técnico BONFIGLIOLI RIDUTTORI.
- La velocidad del motor acoplado al reductor no debe superar n = 1500 min^{-1}.
- En caso de que el motor deba ser alimentado con un Inverter, se debe verificar la idoneidad del motor para tal uso y el respeto completo de las instrucciones de uso indicadas por el fabricante. Bajo ninguna circunstancia, la regulación del Inverter deberá permitir que el motor pueda superar el límite de velocidad máxima impuesto para el reductor (1500 min^{-1}) o generar sobre cargas para el mismo.
- Deben ser escrupulosamente seguidas todas las prescripciones indicadas en el Manual de uso y mantenimiento (www.bonfiglioli.com/atex.html) correspondientes a las fases de instalación, uso y mantenimiento periódico del reductor.

5.0 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS GRUPOS ATEX

- lleva tapones de servicio para el control periódico del nivel de aceite.
- Carga de lubricante efectuada originalmente en fábrica, en función de la posición de montaje especificada en el pedido. (*)
- Retenes en Viton®.
- Ausencia de piezas de plástico.
- Marcaje en la placa de características de la categoría del producto y el tipo de protección.

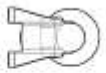
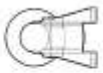


(*) Se excluyen los reductores: **W110_P(IEC)** en la posición de montaje **V5** y **V6** y **W110_HS** en la posición **B3**, **V5** y **V6**.

5.1 - Formas constructivas y posiciones de montaje

Serie VF

VF□ A

B3	B6	B7	B8	V5	V6
					

VF□ N

B3	B6	B7	B8	V5	V6

VF□ V

B3	B6	B7	B8	V5	V6

VF□ P

B3	B6	B7	B8	V5	V6

VF□ F VF□ FA

B3	B6	B7	B8	V5	V6

VF□ U

B3	B6	B7	B8	V5	V6

①② Posición brida

30 Nm — VF 44

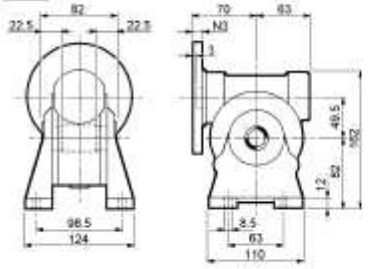
	n_2	η_s	η_d	IEC	n_1 = 1400 min^{-1}				n_1 = 1400 min^{-1}			
					Mn_2	Pn_1	Rn_2		Mn_2	Pn_1	Rn_1	Rn_0
	min^{-1}	%	%		Nm	kW	N		Nm	kW	N	N
VF 44_7	200	71	86	2D3D-160 — 2D3G-T3	29	0,71	1070	2D3D-160 — 2D3G-T3	29	0,71	200	1070
VF 44_10	140	66	84		29	0,51	1310		29	0,51	220	1310
VF 44_14	100	60	81		29	0,37	1540		29	0,37	220	1540
VF 44_20	70	55	77	2D3D-130 — 2D3G-T4	30	0,29	1760	2D3D-130 — 2D3G-T4	30	0,29	220	1760
VF 44_28	50	45	71		30	0,22	2030		30	0,22	220	2030
VF 44_35	40	42	68		30	0,18	2200		30	0,18	220	2200
VF 44_46	30	37	63		30	0,15	2300		30	0,15	220	2300
VF 44_60	23,3	32	58		30	0,13	2300		30	0,13	220	2300
VF 44_70	20,0	30	55		29	0,11	2300		29	0,11	220	2300

48 Nm — VF 49

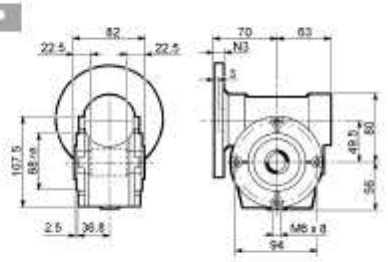
	n_2	η_s	η_d	IEC	n_1 = 1400 min^{-1}				n_1 = 1400 min^{-1}			
					Mn_2	Pn_1	Rn_2		Mn_2	Pn_1	Rn_1	Rn_0
	min^{-1}	%	%		Nm	kW	N		Nm	kW	N	N
VF 49_7	200	70	86	2D3D-160 — 2D3G-T3	41	1,00	1140	2D3D-160 — 2D3G-T3	41	1,00	400	1140
VF 49_10	140	65	84		42	0,73	1390		42	0,73	400	1390
VF 49_14	100	59	81		42	0,54	1630		42	0,54	400	1630
VF 49_18	78	55	78	2D3D-130 — 2D3G-T4	43	0,45	1810	2D3D-130 — 2D3G-T4	43	0,45	400	1810
VF 49_24	58	50	75		44	0,36	2050		44	0,36	400	2050
VF 49_28	50	43	71		42	0,31	2170		42	0,31	400	2170
VF 49_36	39	39	67		43	0,26	2400		43	0,26	400	2400
VF 49_45	31	35	63		44	0,23	2620		44	0,23	400	2620
VF 49_60	23,3	30	58		45	0,19	2920		45	0,19	400	2920
VF 49_70	20,0	28	54		48	0,19	3090		48	0,19	400	3090

VF 49 P(IEC)

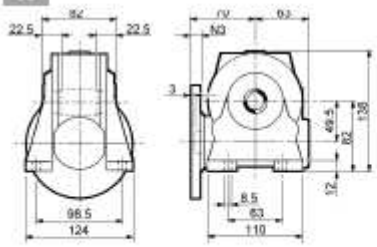
A



P

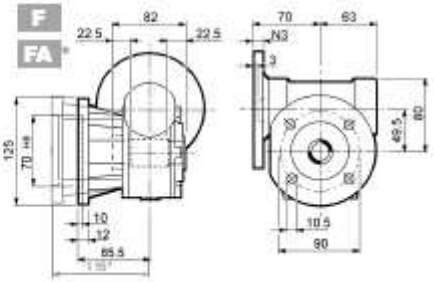


N

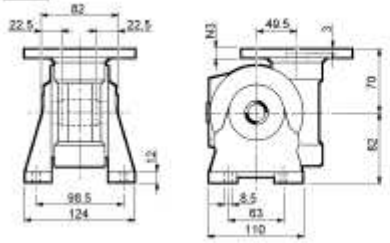


F

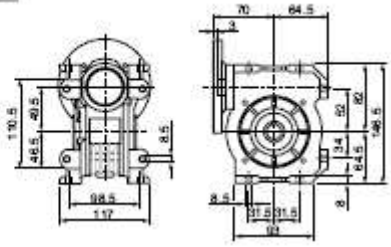
FA*



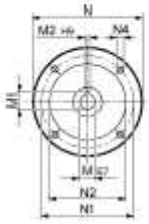
V



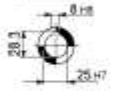
U



INPUT

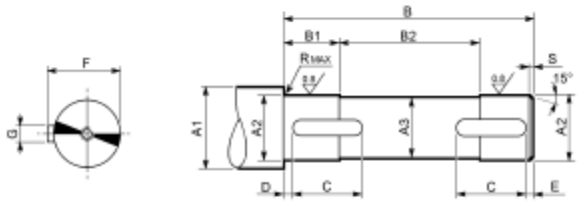


OUTPUT



VF 49									
	M	M1	M2	N	N1	N2	N3	N4	
VF 49_P63 B5	11	12.8	4	140	115	95	10.5	9.5	3.0
VF 49_P71 B5	14	16.3	5	160	130	110	10.5	9.5	
VF 49_P80 B5	19	21.8	6	200	165	130	10	11.5	
VF 49_P63 B14	11	12.8	4	90	75	60	7	6	
VF 49_P71 B14	14	16.3	5	105	85	70	10.5	6.5	
VF 49_P80 B14	19	21.8	6	120	100	80	10	7	

Serie VF y W



(A21)

	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	UNI 6604
VF 30	≥ 19	14 f7	13	53	18,5	16	40	6,5	6,5	16	5 h9	0,5	1,5	5x5x40 A
VF 44	≥ 23	18 f7	17	62	22,5	17	50	6	6	20,5	6 h9	0,5	1,5	6x6x50 A
VF 49	≥ 30	25 f7	24	80	20,5	39	20	2	2	28	8 h9	1	1,5	8x7x20 A
VF 130	≥ 52	45 f7	44	163	50,5	62	60	2,5	2,5	49,5	14 h9	2,5	2	14x9x60 A
VF 150	≥ 57	50 f7	49	173	53	67	70	2,5	2,5	53,5	14 h9	2,5	2	14x9x70 A
VF 185	≥ 68	60 f7	59	188	63	62	80	2,5	2,5	64	18 h9	2,5	2	18x11x80 A
VF 210	≥ 99	90 f7	89	258	83	92	80	3	3	95	25 h9	2,5	2,5	25x14x80 A
VF 250	≥ 121	110 h7	109	318	83	152	80	3	3	116	28 h9	2,5	2,5	28x16x80 A

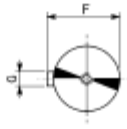
(A22)

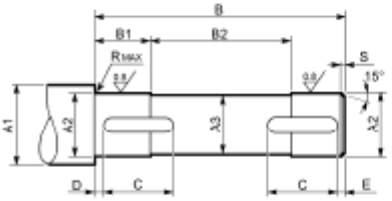
	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	UNI 6604
W 63	≥ 30	25	24	118	38	42	35	2	2	28	8 h9	1	1,5	8x7x35 A
W 75	≥ 35	28	27	125	38	49	40	2	2	31	8 h9	1	1,5	8x7x40 A
	≥ 35	30	29	125	38	49	40	2	2	33	8 h9	1	1,5	8x7x40 A
W 86	≥ 42	35	34	138	43	52	40	2	2	38	10 h9	1,5	1,5	10x8x40 A
W 110	≥ 48	42	41	153	43	67	50	2,5	2,5	45	12 h9	1,5	2	12x8x50 A

ANEXO 3 - REALIZACIÓN DEL EJE POR EL CLIENTE

Serie A

NH_
UH_

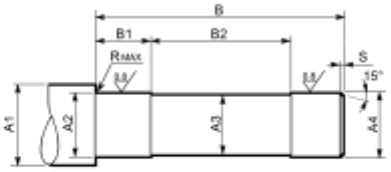




(A17)

	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	UNI 6604
A 10	≥ 35	30 h7	29	118	16	87	20	2	2	33	8 h9	0,5	1,5	8x7x20 A
	≥ 30	25 h7	24	118	16	87	20	2	2	28	8 h9	0,5	1,5	8x7x20 A
A 20	≥ 42	35 h7	34	138	20	98	20	2	2	38	10 h9	0,5	1,5	10x8x20 A
	≥ 35	30 h7	29	138	20	98	25	2	2	33	8 h9	0,5	1,5	8x7x25 A
A 30	≥ 47	40 h7	39	158	23	112	30	2	2	43	12 h9	0,5	1,5	12x8x30 A
	≥ 42	35 h7	34	158	23	112	30	2	2	38	10 h9	0,5	1,5	10x8x30 A
A 41	≥ 52	45 h7	44	184	28	128	45	2,5	2,5	49,5	14 h9	1	2	14x9x45 A
	≥ 47	40 h7	39	184	28	128	50	2,5	2,5	43	12 h9	1	2	12x8x50 A
A 50	≥ 63	55 h7	54	226	37,5	151	55	2,5	2,5	59	16 h9	1	2	16x10x55 A
	≥ 57	50 h7	49	226	37,5	151	65	2,5	2,5	53,5	14 h9	1	2	14x9x65 A
A 60	≥ 78	70 h7	69	248	48	152	70	2,5	2,5	74,5	20 h9	2,5	2	20x12x70 A
	≥ 68	60 h7	59	248	48	152	80	2,5	2,5	64	18 h9	2,5	2	18x11x80 A
A 70	≥ 89	80 h7	79	303	58	187	90	3	3	85	22 h9	2,5	2,5	22x14x90 A
	≥ 78	70 h7	69	303	58	187	110	3	3	74,5	20 h9	2,5	2,5	20x12x110 A
A 80	≥ 99	90 h7	89	358	78	202	120	3	3	95	25 h9	2,5	2,5	25x14x120 A
	≥ 89	80 h7	79	358	78	202	130	3	3	85	22 h9	2,5	2,5	22x14x130 A
A 90	≥ 111	100 h7	99	408	78	252	160	3	3	106	28 h9	2,5	2,5	28x16x160 A
	≥ 99	90 h7	89	408	78	252	190	3	3	95	25 h9	2,5	2,5	25x14x190 A

US



(A18)

	A1	A2	A3	A4	B	B1	B2	R	S
A 10	≥ 42	32 h7	29	30 g6	147,5	34	77,5	0,5	1,5
A 20	≥ 48	37 h7	34	35 g6	170	40	89	0,5	1,5
A 30	≥ 54	42 h7	39	40 g6	191,5	48	95,5	0,5	1,5
A 41	≥ 60	47 h7	44	45 g6	222	53	117	1	2
A 50	≥ 72	57 h7	54	55 g6	264	46	156	1	2
A 60	≥ 90	72 h7	69	70 g6	293	48	178	2,5	2,5
A 70	≥ 104	82 h7	79	80 g6	352,5	90	172,5	2,5	2,5
A 80	≥ 114	92 h7	89	90 g6	416	100	216	2,5	2,5
A 90	≥ 126	102 h7	99	100 g6	469	78	321	2,5	2,5

APENDICE D

BOMBAS

GOULDS PUMPS

Multi-Stage Centrifugal Pump

MODEL

HSC

APPLICATIONS

Specifically designed for the following uses:

- Water circulation
- Booster service
- Liquid transfer
- Spraying systems
- Jockey pump service
- General purpose pumping

SPECIFICATIONS

Pump

- Capacities: to 50 GPM.
- Pressures: to 94 PSI (217 feet).
- Pipe connections: 1¼" suction 1" discharge.
- Temperatures: to 180°F (82°C) max.
- Maximum working pressure: 125 PSI.
- Rotation: right hand, ie; clockwise when viewed from motor end.

Motor

- NEMA standard ¾ – 1½ HP, 115/230 V; 2 HP, 230 V, 60 Hz.
- Single phase (standard).
- Three phase available – see price book for order numbers.
- 3500 RPM.
- Built-in overload with automatic reset.
- Capacitor type.
- Stainless steel shaft.

FEATURES

■ **Multi-stage Design:** Provides steady, quiet and vibration-free operation for years of trouble-free service.

■ **Impellers:** 20% glass-filled thermoplastic precision molded for high efficiencies.

■ **Compact Design:** Close-coupled, space saving design provides easy installation. Flexible coupling and bedplate not required.

■ **Mounting:** Can be mounted in vertical or horizontal position.

■ **Stainless Steel Pump Shaft:** Hex design provides positive drive for impellers and eliminates clearance adjustments.

■ **Corrosion Resistant:** Stainless steel wear rings and coverplates. Electro-coated paint process applied inside and out and then baked on.

■ **O-rings:** Throughout for positive sealing.

■ **Easy to Service:** Can be taken apart for service by removing four bolts.

■ **Motor:** Close coupled design. Ball bearings carry all radial/axial thrust loads. Designed for continuous operation. All ratings are within working limits of the motor.

Single Phase Models

HP	Order No.	Stages
¾	HSC07	2
1	HSC10	2
1½	HSC15	2
2	HSC20	3

COMPONENTS

Item No.	Description
1	Mechanical seal
2	Impellers
3	Intermediate stage
4	Casing
5	Stainless steel hex shaft
6	Stainless steel wear rings
7	Stainless steel cover plates
8	O-ring seals
9	Impeller bolt and washer

GOULDS PUMPS

Multi-Stage Centrifugal Pump

MODEL

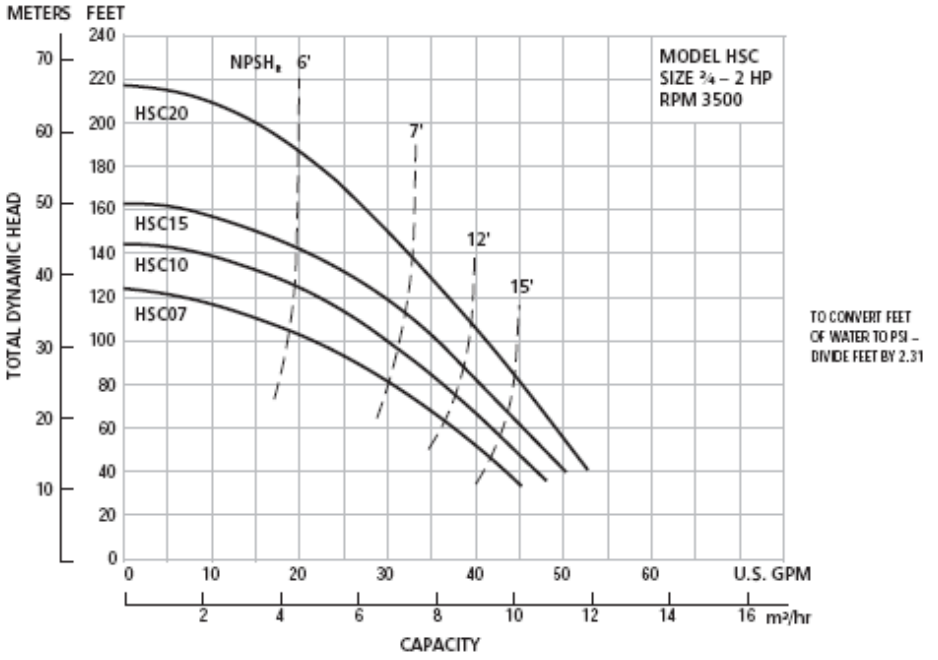
HSC

DIMENSIONS AND WEIGHTS

Model	HP	Length	Width	Height	Wt. (lbs.)
HSC07	¾	15	8	9	53
HSC10	1	16	8	9	58
HSC15	1½	17	8	9	72
HSC20	2	19	8	9	75

(All dimensions are in inches and weight in lbs. Do not use for construction purposes.)

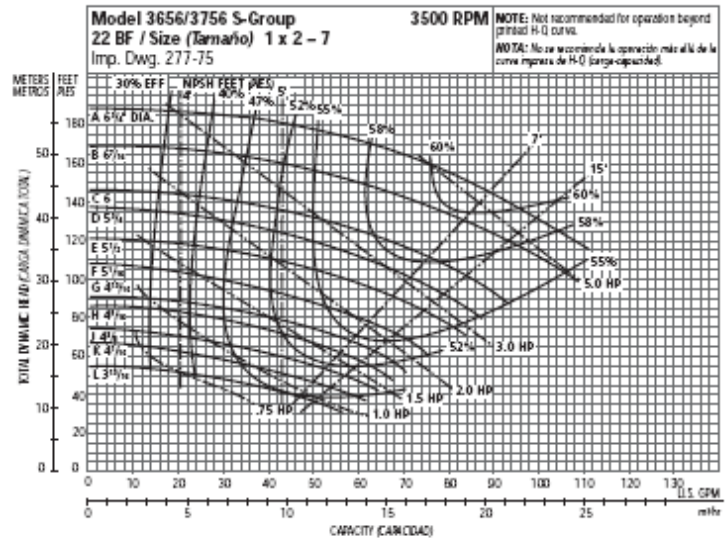
PERFORMANCE CURVE



TO CONVERT FEET OF WATER TO PSI – DIVIDE FEET BY 2.31

These curves show the performance of the 3656 and 3756 at 3500 RPM and 1750 RPM, 60 Hz, and at 2900 RPM and 1450 RPM, 50 Hz. Standard impeller trims are shown.

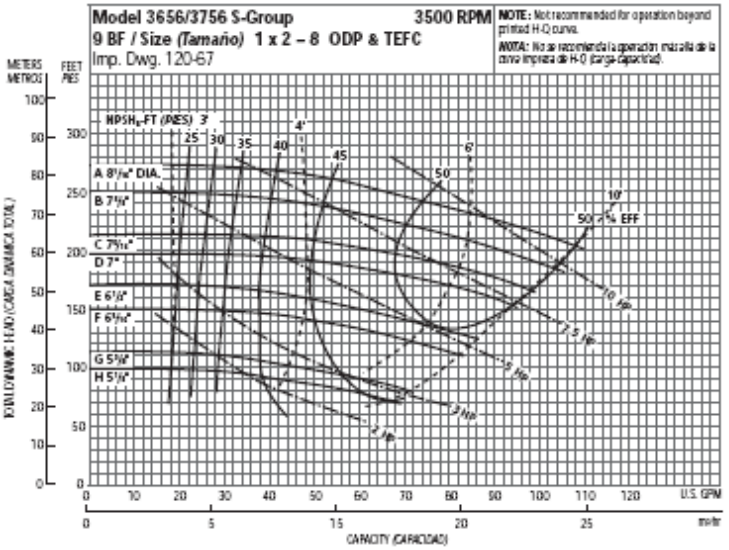
Estas curvas ilustran el desempeño de los modelos 3656 y 3756 operando a 3500 RPM y 1750 RPM en 60 Hz, y a 2900 RPM y 1450 RPM en 50 Hz. Se muestran los diámetros de impulsor estándar.



Optional Impeller *Impulsor optativo*	
Ordering Code *Código de pedido*	Dia. *Diá.*
A	6¹⁵/₁₆"
B	6⁷/₁₆"
C	6"
D	5¾"
E	5½"
F	5¹/₁₆"
G	4¹⁵/₁₆"
H	4¹³/₁₆"
J	4⅜"
K	4¹/₁₆"
L	3¹⁵/₁₆"

NOTE: Pump will pass a sphere to ¹³/₁₆" diameter.

NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta ¹³/₁₆ de pulgada de diámetro.



Optional Impeller *Impulsor optativo*	
Ordering Code *Código de pedido*	Dia. *Diá.*
A	8¹/₁₆"
B	7¹³/₁₆"
C	7⁵/₁₆"
D	7"
E	6½"
F	6⁹/₁₆"
G	5⅝"
H	5¹/₁₆"

NOTE: Pump will pass a sphere to ⁹/₁₆" diameter.

NOTA: La bomba dejará pasar una esfera de hasta ⁹/₁₆ de pulgada de diámetro.

STEEL PIPE: FRICTION LOSS (IN FEET OF HEAD) PER 100 FT.

GPM	GPH	½"	¾"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.
1	60	4.30	1.86	.26											
2	120	15.00	4.78	1.21	.38										
3	180	31.80	10.00	2.50	.77										
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34									
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24								
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10							
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13							
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17							
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21							
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04					
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05					
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08					
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13					
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19					
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26					
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35					
40	2,400				95.00	23.50	10.75	3.10	1.28	.44					
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55					
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35				
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63				
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32				
200	12,000							66.30	26.70	8.86	2.27	.736	.30	.08	
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13	
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16	.0542
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23	.0719
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279	.0917
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348	.114
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424	.138
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507	.164
600	36,000								230.00	74.80	18.60	5.88	2.34	.597	.192
650	39,000									87.50	21.70	6.87	2.73	.694	.224
700	42,000									101.00	25.00	7.93	3.13	.797	.256
750	45,000									116.00	28.60	9.05	3.57	.907	.291
800	48,000									131.00	32.40	10.22	4.03	1.02	.328
850	51,000									148.00	36.50	11.50	4.53	1.147	.368
900	54,000									165.00	40.80	12.90	5.05	1.27	.410
950	57,000									184.00	45.30	14.30	5.60	1.41	.455
1000	60,000									204.00	50.20	15.80	6.17	1.56	.500

GOULDS PUMPS

Friction Loss

TECHNICAL DATA

EQUIVALENT NUMBER OF FEET STRAIGHT PIPE FOR DIFFERENT FITTINGS

Size of fittings, inches	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
90° Ell	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0	14.0	15	20	25
45° Ell	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0	6.3	7.1	9.4	12
Long Sweep Ell	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0	9.0	11.0	14.0	
Close Return Bend	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0	31.0	37.0	39.0	
Tee-Straight Run	1	2	2	3	3	4	5						
Tee-Side Inlet or Outlet or Pitless Adapter	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0	27.0	31.0	40.0	
Ball or Globe Valve Open	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0	140.0	160.0	220.0	
Angle Valve Open	8.4	12.0	15.0	16.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0	70.0	83.0	110.0	
Gate Valve-Fully Open	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	3.5	4.5	
Check Valve (Swing)	4	5	7	9	11	13	16	20	26	33	39	52	65
In Line Check Valve (Spring) or Foot Valve	4	6	8	12	14	19	23	32	43	58			

Example:

(A) 100 ft. of 2" plastic pipe with one (1) 90– elbow and one (1) swing check valve.

90° elbow – equivalent to 5.5 ft. of straight pipe
Swing check – equivalent to 13.0 ft. of straight pipe
100 ft. of pipe – equivalent to 100 ft. of straight pipe
118.5 ft. – Total equivalent pipe

Figure friction loss for 118.5 ft. of pipe.

(B) Assume flow to be 80 GPM through 2" plastic pipe.

1. Friction loss table shows 11.43 ft. loss per 100 ft. of pipe.
2. In step (A) above we have determined total ft. of pipe to be 118.5 ft.
3. Convert 118.5 ft. to percentage: 118.5 ÷ 100 = 1.185
4. Multiply 11.43
x 1.185
12.54455 or 13.5 ft. = Total friction loss in this system.

APENDICE F

DISEÑO DE SISTEMA DE PULVERIZADO

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

II. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO ESPECÍFICOS.

A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES HORIZONTALES

ATENCION

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Diámetro del Tanque = D
Altura de los Fondos = h
Longitud del Cilindro = L
Densidad Requerida = d

1. **Hallar el área de la parte cilíndrica** (As)
   Ver Figura 1. Superficie = $\pi \cdot D \cdot L$
2. **Hallar el agua necesaria para la parte cilíndrica** (Qs)
   Es la densidad de aplicación por la superficie.
   $Qs = As\ (d)$
3. **Hallar el área de los fondos** (Ae)
   Ver la Figura 1. Utilizar la fórmula adecuada para el fondo. Si ambos fondos no son idénticos, utilizar la fórmula adecuada para cada uno. No considerar la presencia de otros accesorios del tanque.

   Fondo Plano: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

   Fondo Esférico: $Ae = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2\right)$

   Fondo Hemisférico: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$

4. **Hallar el agua necesaria para cubrir los fondos** (Qe)
   Es la densidad de aplicación por la superficie.
   $Qe1 = Ae1\ (d)$
   $Qe2 = Ae2\ (d)$
5. **Determinar el agua necesaria para los accesorios** (Qa)
   Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.
   $Qa1 = Aa1\ (d)$
   $Qa = Qa1 + Qa2 + \ldots$
6. **Determinar el área de diseño para los pies soporte** (Al)
   Las estructuras de hormigón protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.
7. **Determinar el agua necesaria para cada soporte** (Ql)
   Es la densidad de aplicación por la superficie. (Tabla A).
   $Ql1 = Al1\ (d)$
8. **Determinar la totalidad de agua necesaria** (Qtot)
   Es la suma de todas las cantidades anteriores
   $Qtot = Qs + Qe1 + Qe2 + Qa + Ql1 + Ql2 + \ldots$
9. **Estimar la presión en las boquillas**
   En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques pequeños, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores no será significativa.
10. **Seleccionar la disposición de boquillas más adecuada**
    Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de abertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10.0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

a. **Dirección de la boquilla**
   Las boquillas que protegen la parte cilíndrica el tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10º. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

b. **Distancia de la boquilla a la superficie**
   Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

II. PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO ESPECÍFICOS.

A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES HORIZONTALES

ATENCION

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Diámetro del Tanque = D
Altura de los Fondos = h
Longitud del Cilindro = L
Densidad Requerida = d

1. **Hallar el área de la parte cilíndrica** (As)
   Ver Figura 1. Superficie = $\pi \cdot D \cdot L$
2. **Hallar el agua necesaria para la parte cilíndrica** (Qs)
   Es la densidad de aplicación por la superficie.
   $Qs = As\ (d)$
3. **Hallar el área de los fondos** (Ae)
   Ver la Figura 1. Utilizar la fórmula adecuada para el fondo. Si ambos fondos no son idénticos, utilizar la fórmula adecuada para cada uno. No considerar la presencia de otros accesorios del tanque.
   Fondo Plano: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$
   Fondo Esférico: $Ae = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2\right)$
   Fondo Hemisférico: $Ae = \frac{\pi \cdot D^2}{2}$
4. **Hallar el agua necesaria para cubrir los fondos** (Qe)
   Es la densidad de aplicación por la superficie.
   $Qe1 = Ae1\ (d)$
   $Qe2 = Ae2\ (d)$
5. **Determinar el agua necesaria para los accesorios** (Qa)
   Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.
   $Qa1 = Aa1\ (d)$
   $Qa = Qa1 + Qa2 + \ldots$
6. **Determinar el área de diseño para los pies soporte** (Al)
   Las estructuras de hormigón protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.
7. **Determinar el agua necesaria para cada soporte** (Ql)
   Es la densidad de aplicación por la superficie. (Tabla A).
   $Ql1 = Al1\ (d)$
8. **Determinar la totalidad de agua necesaria** (Qtot)
   Es la suma de todas las cantidades anteriores
   $Qtot = Qs + Qe1 + Qe2 + Qa + Ql1 + Ql2 + \ldots$
9. **Estimar la presión en las boquillas**
   En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques pequeños, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores no será significativa.
10. **Seleccionar la disposición de boquillas más adecuada**
    Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de abertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10,0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque.

Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

a. **Dirección de la boquilla**
   Las boquillas que protegen la parte cilíndrica el tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

b. **Distancia de la boquilla a la superficie**
   Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

c. **Número de boquillas**
La distancia entre las boquillas que protegen la parte cilíndrica del tanque y los fondos, depende de un conjunto de factores. Cuando el agua choca contra la superficie del tanque, se produce una desviación lateral sobre dicha superficie. La magnitud de esta desviación depende de la presión y del ángulo de incidencia del agua sobre la superficie. Debe considerarse también que el área cubierta por la descarga, es mayor en el sentido del diámetro del tanque que en el de su eje, en consecuencia la densidad de aplicación es también menor. En general el número de boquillas que se indican en las siguientes tablas, dan una cobertura adecuada.
1. Fondos del Tanque: Ver Tabla B
2. Parte cilíndrica: Ver Tabla C

d. **Pérdida de Agua**
Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

e. **Consideración del escurrimiento del agua**
El escurrimiento se produce sobre la mitad superior de la parte cilíndrica del tanque, sobre la mitad superior de un fondo esférico y sobre la totalidad de un fondo plano. En la mitad inferior de las partes de forma curva se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir, llegue a determinadas superficies que en condiciones normales resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques horizontales, el proyectista debe cubrir estas zonas primero y repartir uniformemente el resto del agua disponible sobre la totalidad de la superficie.

f. **Boquillas para soportes**
Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana.

11. **Determinar el agua necesaria por boquilla** (Qboq)
Qboq = Qarea / Num. de Boquillas

12. **Elegir la adecuada capacidad de las boquillas**
Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

13. **Determinar la presión en la boquilla**
De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

14. **Ajustar el diseño**
Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida, La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

A. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TANQUES VERTICALES

ATENCION

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Realizar una inspección detallada del tanque y su entorno. Hallar su diámetro, longitud, altura de los fondos, situación y dimensiones de cualquier irregularidad que pueda afectar a la distribución del agua, como escaleras, bocas de hombre, conexiones de tuberías y similares. Tomar nota del tipo, dimensiones y materiales de las estructuras portantes. Considerar la proximidad de otros equipos que puedan presentar otros riesgos. Tener en cuenta la presencia de cubetos, barreras, y paredes. Averiguar el contenido del tanque y establecer las necesidades de densidad de aplicación de agua para la correcta protección.

Estos tanques normalmente se protegen mediante boquillas en su parte superior y mediante anillos con boquillas a varios niveles en toda su altura. Debe disponerse de la suficiente cantidad de agua en toda la "Area de Diseño".

Diámetro del Tanque	=	D
Altura del Techo	=	h
Altura de la parte cilíndrica	=	H
Densidad Requerida para el tanque	=	d
Densidad Requerida para soportes	=	dl

1. **Hallar la Altura (L) y Número (N) de las área de diseño de la parte cilíndrica**

a. **Tanques con cubierta esférica (ver Figura 3)**
La altura total se divide en dos o más zonas de tal forma que la altura de la superior es un tercio de la altura de las inferiores. La altura de las zonas inferiores no debe ser superior a 12 ft. (3,7 m). (El área superior se incluye en el área de diseño de la parte superior del tanque - ver 2-A).

$$L = \frac{H}{N + 1/3}$$ (Resolver por tanteo)

b. **Tanques con cubierta cónica o plana (ver Figura 3)**
La altura total se divide zonas de igual altura y no superior a 12 ft. (3,7 m).

L = H / N (Resolver por tanteo)

c. **Otras consideraciones**
Si se tienen dispositivos o accesorios en el tanque que harán que determinadas zonas queden sin cubrir, bien por agua directamente pulverizada o por escurrimiento, estas zonas deben considerarse zonas adicionales de diseño. Cuando se tiene una brida en la parte cilíndrica del tanque, la zona de diseño empieza inmediatamente debajo de la misma y se extiende hasta la próxima brida o hasta la parte inferior del tanque. Frecuentemente el área de diseño se limita a los 30 ft. (9,2 m) de la parte inferior del tanque, dado que las posibilidades de una exposición a un fuego a mayor altura pueden ser limitadas. En este caso puede no ser precisa la protección de las zonas superiores. En ningún caso la altura de una zona de diseño debe ser superior a los 12 ft. (3,7 m).

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

2. **Hallar el área de diseño superior** (At)

a. **Tanques con techo esférico. (Ver Figura 3)**
Esta zona es igual a la superficie de techo más la zona cilíndrica entre el borde superior del tanque y la zona superior de diseño de la parte cilíndrica. (Ver punto 1-A).

Techo esférico $At = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2 + \frac{D\,L}{3}\right)$

Techo hemisférico $At = \pi \left(\frac{D^2}{2} + \frac{D\,L}{3}\right)$

b. **Tanques con techo plano o cónico. (Ver Figura 3)**
El área de diseño es igual al área del techo.

Techo plano $At = \pi \frac{D^2}{4}$

Techo cónico $At = \pi \frac{D}{2} \left(\frac{D^2}{4} + h^2\right)^{1/2}$

3. **Hallar el total de agua necesaria para el techo** (Qt)
Es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A).

Qt = At (d)

4. **Hallar el área de diseño para los anillos laterales** (As)
Ver la Figura 3. En tanques sin obstrucciones, el área de diseño es la misma para cada anillo. Para tanques con obstrucciones puede ser diferente.

As = π D L

5. **Hallar el agua necesaria para los anillos laterales** (Qs)
Para cada anillo o área lateral, el agua necesaria es igual a la superficie por la densidad de aplicación necesaria (Tabla A). En el caso de tanques sin obstrucciones en su superficie, la demanda de agua será igual para cada anillo.

Qs1 = As1 (d)

6. **Hallar el área de diseño del fondo** (Ab) . (Ver Figura 3).

Fondo plano $Ab = \pi \frac{D^2}{4}$

Fondo esférico $Ab = \pi \left(\frac{D^2}{4} + h^2\right)$

Fondo hemisférico $Ab = \pi \frac{D^2}{2}$

Fondo cónico $Ab = \pi \frac{D}{2} \left(\frac{D^2}{4} + h^2\right)^{1/2}$

7. **Hallar la demanda de agua para el fondo** (Qb)
La totalidad de agua necesaria es igual a la superficie del fondo por la densidad de aplicación necesaria.

Qb = Ab (d)

8. **Determinar el agua necesaria para los accesorios** (Qa)
Si se tienen accesorios o apéndices en el tanque, que aumenten la superficie básica a cubrir, debe estimarse el agua necesaria para proteger estas partes, con la misma densidad de aplicación.

Qa1 = Aa1 (d)
Qa = Qa1 + Qa2 + ...

9. **Determinar el área de diseño para los pies soporte** (Al)
Las estructuras de hormigón a protegidas contra el fuego, generalmente no precisan protección. Un soporte metálico de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisa protección siempre que reciba agua de la que cae del equipo. Pies más largos precisan protección mediante agua pulverizada sobre la superficie indicada en la Figura 2.

10. **Determinar el agua necesaria para cada pie** (Ql)
Es la densidad de aplicación por la superficie.

Ql1 = Al1.(dl)
Ql2 = Al2.(dl)

11. **Determinar la totalidad de agua necesaria** (Qtot)
Es la suma de todas las cantidades anteriores

Qtot = Qt + Qs1 + Qs2 + ...+ Qb + Ql1 + Ql2 + ...+ Qa

12. **Estimar la presión en las boquillas**

En función de las condiciones del abastecimiento de agua y el sistema de tuberías, calcular la presión en las boquillas. En los tanques altos, la diferencia de presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores puede ser significativa.

13. **Seleccionar disposición de boquillas más adecuada**

Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su caudal y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Las pérdidas se producen en la parte cilíndrica de un tanque de pequeño diámetro, cuando se utilizan boquillas de gran ángulo de abertura. Para boquillas situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque, estas pérdidas se producen para tanques de menor diámetro que los indicados:

Angulo de Boquilla	Diámetro mínimo del Tanque	
	ft.	m
30	1,4	0,43
60	4,0	1,20
90	10.0	3,00
120	26,0	8,00
140	62,0	19,40

Pueden utilizarse este tipo de boquillas en tanques de menor diámetro siempre que se sitúen más próximas a la superficie del tanque. No considerar las boquillas que son adecuadas únicamente para tanques grandes.
Dibujar el tanque a escala y situar las boquillas de acuerdo a lo siguiente:

a. **Dirección de la boquilla**

Las boquillas que protegen la parte cilíndrica el tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen los fondos deben orientarse directamente hacia ellos excepto si se trata de superficies planas. En el caso de superficies planas verticales la boquilla debe orientarse hacia abajo con un ángulo de 10°. Las boquillas que protegen soportes, deben situarse en un punto en donde la protección del tanque no alcanza al soporte y deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

b. **Distancia de la boquilla a la superficie**

Salvo que los tanques estén situados en el interior en donde no influyen las condiciones de viento, las boquillas deben situarse como máximo a 2 ft. (0,6 m) de la superficie del tanque. Boquillas de menor ángulo o boquillas de ventana que protejan pies derechos deben situarse más próximas a la superficie y dirigiendo la pulverización hacia abajo.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

c. **Situación de las boquillas del techo**

Al diseñar la protección de la parte superior, debe encontrarse el equilibrio entre utilizar pocas boquillas de gran caudal o mayor cantidad de menor caudal. Debido al efecto de escurrimiento del agua y el movimiento tangencial del agua, no es necesario eliminar todos los puntos que teóricamente no se mojan, sin embargo deben tenerse los mínimos posible, como indicado anteriormente. En tanques de gran diámetro pueden utilizarse boquillas con ángulos en aumento desde el eje del tanque hacia los bordes de la cubierta. En el caso de cubiertas planas o cónicas, debe prestarse particular atención al borde de la cubierta porque puede no darse el fenómeno de mojadura por escurrimiento. El borde de la cubierta debe protegerme mediante un anillo de boquillas. En general el número de boquillas indicado en la Tabla A da lugar a la adecuada cobertura. Pueden utilizarse boquillas con diferentes ángulos de pulverización para conseguir la cobertura adecuada.

d. **Situación de las boquillas en la parte lateral**

Los anillos deben situarse de tal manera que el chorro de pulverización incida en la parte alta del límite de cada área de diseño. Puede ser aconsejable situar las boquillas al tresbolillo entre los diferentes anillos. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la adecuada cobertura.

e. **Situación de las boquillas en la parte inferior**

Si el tanque descansa directamente sobre el suelo, no se precisa de esta protección. Si el tanque se apoya sobre faldones que llegan hasta el suelo y cerrando casi la totalidad del fondo, un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft2 (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño da una protección suficiente. Si el fondo está normalmente expuesto, debe protegerse de la misma forma que la cubierta. La diferencia es que no debe contarse con el escurrimiento por gravedad. Si el tanque contiene líquido, la capacidad de absorción de calor de la zona del fondo es considerablemente mayor que la de la cubierta. En general el número de boquillas indicado en la Tabla B da lugar a la cobertura adecuada.

f. **Situación de boquillas para soportes**

Los soportes o estructuras portantes de hormigón, o con recubrimientos resistentes al fuego, no precisan protección. Los soportes metálicos de poca longitud, 1 ft. (0,3 m), normalmente no precisan protección siempre que reciban agua de la que cae del equipo. Pies más largos necesitan protección mediante agua aplicada, por ejemplo, en la parte interior de la H del perfil metálico, o lo más uniformemente distribuida alrededor de columnas cilíndricas y a partir del punto en donde ya no es efectiva el agua que escurre de superficies más altas. Frecuentemente es adecuada una boquilla de ángulo pequeño o las de tipo de ventana. Puede aceptarse situar un rociador de tipo convencional o del tipo colgante montado en posición montante con un caudal de 1 gpm/ft2 (4,9 mm/min), sobre la superficie de diseño, en el interior de una columna cilíndrica hueca.

g. **Consideración del escurrimiento del agua**

El escurrimiento se produce sobre la parte superior de la parte cubierta esférica del tanque. En la mitad inferior se producirá poco o nulo escurrimiento del agua. El tanque también puede tener accesorios o elementos que impidan que el agua al escurrir llegue a determinadas superficies que en condiciones normales si resultarían mojadas. Estas zonas requerirán boquillas específicas para ser mojadas. En tanques verticales, estas zonas constituyen áreas de diseño separadas y requieren boquillas específicas para su protección.

h. **Dirección de la boquilla**

Las boquillas que protegen las partes superior e inferior del tanque deben orientarse directamente hacia su superficie. Las que protegen la parte lateral, deben orientarse hacia abajo con un ángulo de 10º. Las boquillas que protegen soportes, deben orientarse hacia abajo a lo largo del mismo.

i. **Pérdida de Agua**

Si las boquillas están colocadas muy separadas de la superficie del tanque, o si el diámetro del mismo es muy pequeño, se producirá una pérdida de agua. El agua pulverizada en la boquilla no incidirá sobre el tanque y se perderá. Para evitar este efecto, las boquillas deben situarse más cerca de la superficie, o utilizar un menor ángulo de abertura para la pulverización.

14. **Determinar el agua necesaria para cada boquilla** (Qboq)
Para cada área de diseño, dividir el agua total por el número de boquillas que descargan en la misma
Qboq = Qarea / Num. de Boquillas

15. **Elegir la adecuada capacidad de las boquillas**
Consultar las tablas de los Factores K, para elegir la boquilla que dará la descarga más próxima a la requerida, de acuerdo con la presión estimada.

16. **Determinar la presión en la boquilla**
De acuerdo con el Factor K, determinar la presión que se precisa para tener el caudal requerido para la boquilla seleccionada.

17. **Ajustar el diseño**
Calcular hidráulicamente el sistema para definir los diámetros que darán el caudal preciso. Para cada zona en particular considerada en el diseño, debe descargarse el agua requerida, La descarga debe ser lo más uniforme posible. Si la descarga total de agua está por debajo de lo calculado, deben añadirse más boquillas.

C. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES

ATENCION

Se ofrecen los siguientes procedimientos, como una guía general para los diseñadores de sistemas de agua pulverizada. Se indican de forma general los diferentes aspectos a considerar en el diseño de estos sistemas. Debido a las diferencias entre los equipos y las aplicaciones que se dan en la práctica, no se pueden dar indicaciones que satisfagan todas las exigencias. En consecuencia, debe confiarse en la experiencia de los proyectistas animándoles a que utilicen toda la información disponible de la propiedad, de las compañías de seguros y de las autoridades locales. Viking no garantiza que los procedimientos siguientes darán resultados adecuados para un proyecto en particular.

Los transformadores se presentan en varios tamaños y configuraciones. Antes de proceder al diseño del sistema es conveniente disponer de la siguiente información:

1. Largo.
2. Ancho.
3. Alto.
4. Altura y situación de los aisladores.
5. Altura y situación del pararrayos, si existe.
6. Tamaño y situación del tanque de expansión de aceite, si existe.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

7. Situación de cualquier cuadro de seccionadores o similar, o cualquier otro equipo que pueda afectar a la distribución de agua.
8. Tamaño del transformador, por ejemplo, alta o baja tensión.
9. Tipo de transformador, trifásico o monofásico.
10. Dirección de los cables o las barras de alta y baja tensión.
11. Situación del transformador, rodeado de cemento o de suelo de grava.
12. Distancia desde el fondo del transformador al suelo.
13. Situación de los radiadores y distancia entre ellos. Si es superior a 12" (0,3 m) deben protegerse.
14. Tamaño y situación de los muros cortafuego.
15. Estimar los efectos del viento, y el tamaño y situación de cualquier protección.

Si el transformador todavía no está físicamente instalado, es necesario disponer de un plano acotado del mismo, facilitado por el fabricante.

El plano debe estar a una escala grande, por ejemplo, 3/8" a 1'-0", o 1/2" a 1'-0" (1/30 o 1/25), y presentar 3 vistas: superior, alzado e inferior, si es preciso más de un anillo se puede necesitar otra vista.

Adicionalmente al plano del transformador, debe disponerse de un plano con detalles generales, como paredes cortafuegos entre transformadores, situación de la acometida de agua y su válvula, aisladores, y cualquier otro tipo de obstrucción que pueda interferir con las tuberías del sistema.

Los transformadores presentan una peculiar problemática en cuanto al diseño de este tipo de protección, debido básicamente a lo irregular de su forma y a la necesidad de mantener distancias de aislamiento de la alta tensión eléctrica. . En general puede decirse que se dan más interferencias en la superficie de un transformador que en la de un tanque. Por esta razón se utiliza un mayor número de boquillas de menor caudal. Frecuentemente es preciso utilizar más agua de la teóricamente necesaria con el fin de tener una adecuada cobertura. Es útil disponer de un plano del transformador a escala grande y proyectar los patrones de descarga de las boquillas, para hacerse una idea del tipo de cobertura esperado.

La protección se realiza generalmente utilizando boquillas situadas en anillos rodeando al transformador, con el superior situado próximo a su tapa y los restantes situados cada 12 ft. (3,6 m) o debajo de cada obstrucción continua. Se utilizan boquillas para proteger también lo parte baja siempre que esté mas de 12 " (0,3 m) sobre el suelo. Si el suelo continuo, por ejemplo, de cemento o asfalto, deben situarse boquillas con el fin de barrer el posible combustible del transformador. Las boquillas deben pulverizar la cantidad adecuada de agua en la "zona de diseño".

Para definir las varias zonas de diseño de un transformador, considerar que se puede descomponer en figuras geométricas simples (cilindros, cubos, etc.). Realizar un esquema de con este criterio y si el fondo está más de 12" (0,3 m) por encima del suelo, es preciso tener una vista del mismo. Despreciar pequeñas obstáculos o compensarlos aumentando ligeramente el tamaño de la figura. Los radiadores deben considerarse como un solo volumen, salvo que la distancia entre ellos sea mayor de 12" (0,3 m). En este caso deben considerarse como elementos múltiples.

Densidad requerida = d

Densidad para el suelo = dg

1. **Determinar el área de diseño para tapa y laterales** (Ats)
   Tomando el esquema simplificado, el áreas es la superficie exterior total expuesta, descontando el fondo.
2. **Determinar el agua necesaria para tapa y laterales** (Qts)
   Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
   Qts = Ats (d)
3. **Determinar el área de diseño del fondo** (Ab)
   Es la superficie del fondo de un transformador elevado más de 12" (0,3 m) sobre el suelo.
4. **Determinar el agua necesaria para el fondo** (Qb)
   Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
   Qb = Ab (d)
5. **Determinar el área de diseño del suelo (si existe)** (Ag)
   Es la superficie que se tiene del esquema simplificado del fondo del transformador, aumentada en 3 ft. (0,9 m) en todas las direcciones de la vista. Se precisa esta protección cuando el suelo no es de una superficie absorbente como cemento o asfalto. Suelos de grava, no requieren normalmente esta protección. Se precisa esta protección si el fondo del transformador está a más de 12" (0,3 m) del suelo.
6. **Determinar el agua necesaria para el fondo** (Qg)
   Es igual al área de diseño por la densidad. (Tabla A)
   Qg = Ag (d)
7. **Determinar el agua total requerida** (Qtot)
   Es la suma de las cantidades para las áreas consideradas
   Qtot = Qts + Qb + Qg
8. **Estimar la presión en la boquilla**
   Una presión por debajo de 30 psi (2 bar), generalmente no produce una pulverización adecuada. Conociendo las condiciones de la acometida de agua y/o las supuestas de la bomba y las del sistema de tuberías, calcular la presión disponible en el transformador. Tener en cuenta que para unidades muy altas puede haber una significativa presión estática entre las boquillas superiores y las inferiores.
9. **Establecer la disposición de las boquillas**
   Se dispone de una amplia gama de boquillas en cuanto a su capacidad y ángulos de pulverización. El objetivo es conseguir la adecuada cobertura con el menor número de boquillas y sin pérdida de agua pulverizada. Dibujar el transformador a escala y situar las boquilla de acuerdo con:

   a. **Distancias mínima de aislamiento**
   Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta es la distancia de las tuberías a los componentes con tensión eléctrica, como cables no aislados, barras y los aisladores de alta y baja tensión. La distancia entre cualquier parte del sistema de agua pulverizada y cualquier elemento del transformador no aislado con tensión diferente a la de tierra, no debe ser inferior a la indicada en la tabla siguiente. Estas distancias son para altitudes hasta 3.300 ft. (1.000 m). Debe aumentarse un 1% por cada 300 ft. (100 m) de aumento de altitud.

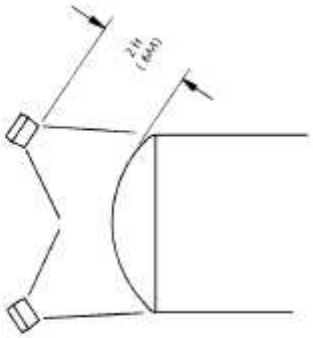
   Se dan variaciones en las distancias necesarias a altas tensiones como se señala en la tabla, en donde para una gama de tensiones se indican varios valores de prueba del Nivel de Aislamiento de Diseño Cresta (BIL). Hasta tensiones de 161 KV el nivel de aislamiento requerido y la distancia mínima correspondiente, fase a tierra, se han establecido en función de una larga experiencia. Para tensiones superiores, no se ha establecido, en la práctica, la relación entre el nivel de aislamiento de diseño y las tensiones del sistema y depende de varios factores, por lo que la distancia a tierra necesaria debe calcularse en función del nivel de aislamiento utilizado, y no en función de la tensión nominal de la línea o la tensión con relación a tierra. Confirmar con la autoridad competente.

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

TABLA B
Protección mediante Agua Pulverizada
Tanques Verticales: Techo y Fondo
Tanques Horizontales: Fondos

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie de fondos de tanques horizontales o verticales, planos, cóncavos o convexos



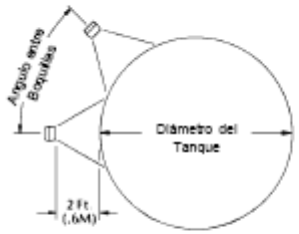
Num. de Boq. usadas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
	30°		60°		90°		120°		140°	
	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	1.4	,43	3.0	,86	5.0	1,52	8.5	2,6	11	3,4
2	1.8	,52	4.0	1,22	6.5	2,0	9.5	2,9	12.5	3,8
3	2.4	,74	5.0	1,52	10.5	3,2	11.0	3,3	14.0	4,2
4	3.0	,86	6.0	1,84	12.0	3,6	18.0	5,5	22.5	6,8
5	4.0	1,22	8.5	2,6	15.0	4,6	25.0	7,6	32.0	9,7
6	4.7	1,43	9.7	2,9	17.5	5,4	29.0	8,8	43.0	13,1
7	6.4	1,95	11.0	3,3	20.0	6,1	34.0	10,4	48.0	14,8
8	7.1	2,2	14.0	4,3	23.0	7,0	43.0	13,1	53.0	16,1
9	7.9	2,4	15.5	4,7	27.5	8,4	47.0	14,2	59.0	17,8
10	8.5	2,6	17.0	5,2	30.0	9,2	51.0	15,5	64.0	19,4
11	9.2	2,8	18.0	5,5	32.0	9,7	55.0	16,6	68.0	21,5
12	9.8	3,0	19.0	5,8	34.0	10,4	58.0	17,5	73.0	22,2

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

VIKING® **DATOS DE DISEÑO** DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

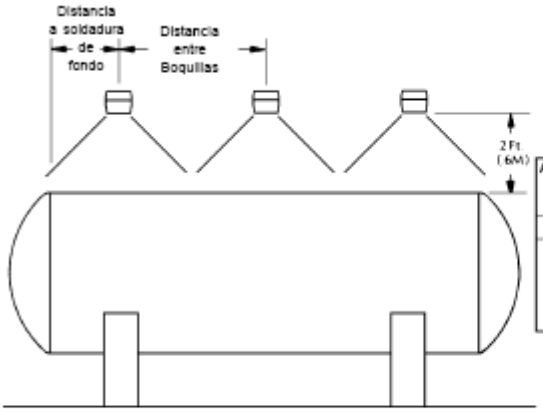
TABLA C
Protección mediante Agua Pulverizada
Partes cilíndricas de Tanques Verticales y Horizontales

Diámetros máximos aceptados normalmente para tener una cobertura efectiva mediante boquillas pulverizadoras separadas uniformemente y situadas a 2 ft. (0,6 m) de la superficie cilíndrica de Tanques Horizontales y Verticales



Número de Boq.	Angulo entre Boquillas	DIAMETRO MAXIMO DEL TANQUE EN FUNCION DEL ANGULO DE PULVERIZACION DE LA BOQUILLA									
		30°		60°		90°		120°		140°	
	°	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M	Ft.	M
1	—	.8*	,24	1.5*	,46	2 *	,61	*	*	*	*
2	180	1.5*	,46	3 *	,92	5 *	1,5	*	*	*	*
3	120	2.3	,70	4.6	1,4	8 *	2,4	*	*	*	*
4	90	2.8	,85	5.6	1,7	10.5	3,2	17*	5,2	*	*
5	72	3.4	1,0	6.8	2,1	12.5	3,8	20*	6,1	*	*
6	60	4.0	1,2	8.0	2,4	14.8	4,5	24*	7,3	*	*
7	53.5	4.5	1,4	9.2	2,8	16.7	5,1	26.7	8,1	*	*
8	45	5.2	1,6	10.4	3,2	19.5	5,9	30.8	9,3	*	*
9	40	5.8	1,8	11.7	3,6	21.9	6,6	35.1	10,6	*	*
10	36	6.5	2,0	12.9	3,9	24.5	7,4	38.8	11,7	*	*
11	37.7	7.1	2,2	14.2	4,3	27.7	8,2	42.6	12,9	*	*
12	30	7.7	2,4	15.5	4,7	29	8,9	45.0	13,6	58.0*	17,6

* Pérdida de Agua (exceso de pulverización) a 2ft. (0,6 m)



SITUACION DE ANILLOS DE BOQUILLAS
TANQUES HORIZONTALES

Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	,3	2	,6
60	2	,6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6

© 1977 – The Viking Corporation U.S.A.

APENDICE H

SOLDADURA PERFILES

when a larger size is required by calculated strength. For this exception, particular care shall be taken to provide sufficient preheat for soundness of the weld.

2. Fillet Welds

a. Effective Area

The effective area of fillet welds shall be taken as the effective length times the effective throat thickness.

The effective length of fillet welds, except fillet welds in holes and slots, shall be the overall length of full-size fillets, including returns.

The effective throat thickness of a fillet weld shall be the shortest distance from the root of the joint to the face of the diagrammatic weld, except that for fillet welds made by the submerged arc process, the effective throat thickness shall be taken equal to the leg size for ⅜-in. and smaller fillet welds, and equal to the theoretical throat plus 0.11-in. for fillet welds over ⅜-in.

For fillet welds in holes and slots, the effective length shall be the length of the centerline of the weld along the center of the plane through the throat. In the case of overlapping fillets, the effective area shall not exceed the nominal cross-sectional area of the hole or slot, in the plane of the faying surface.

b. Limitations

The *minimum size of fillet welds* shall be as shown in Table J2.5. Minimum weld size is

TABLE J2.4
Minimum Effective Throat Thickness of Partial-penetration Groove Welds

Material Thickness of Thicker Part Joined (in.)	Minimum Effective Throat Thickness* (in.)
To ¼ inclusive	⅛
Over ¼ to ½	3/16
Over ½ to ¾	¼
Over ¾ to 1½	5/16
Over 1½ to 2¼	⅜
Over 2¼ to 6	½
Over 6	⅝

*See Sect. J2.

TABLE J2.5
Minimum Size of Fillet Welds

Material Thickness of Thicker Part Joined (in.)	Minimum Size of Fillet Weld* (in.)
To ½ inclusive	⅛
Over ½ to ¾	3/16
Over ¾ to 1½	¼
Over 1½	5/16

*Leg dimension of fillet welds.

determined by the thicker of the two parts joined, except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part. For this exception, particular care shall be taken to provide sufficient preheat for soundness of the weld. Weld sizes larger than the thinner part joined are permitted if required by calculated strength. In the as-welded condition, the distance between the edge of the base metal and the toe of the weld may be less than 1/16-in. provided the weld size is clearly verifiable.

The *maximum size of fillet welds* that may be used along edges of connected parts shall be:

Along edges of material less than ¼-in. thick, not greater than the thickness of the material.

Along edges of material ¼-in. or more in thickness, not greater than the thickness of the material minus 1/16-in., unless the weld is especially designated on the drawings to be built out to obtain full-throat thickness.

The *minimum effective length of fillet welds* designed on the basis of strength shall be not less than 4 times the nominal size, or else the size of the weld shall be considered not to exceed ¼ of its effective length. If longitudinal fillet welds are used alone in end connections of flat bar tension members, the length of each fillet weld shall be not less than the perpendicular distance between them. The transverse spacing of longitudinal fillet welds used in end connections of tension members shall not exceed 8 in., unless the member is designed on the basis of effective net area in accordance with Sect. B3.

Intermittent fillet welds may be used to transfer calculated stress across a joint or faying surfaces when the strength required is less than that developed by a continuous fillet weld of the smallest permitted size, and to join components of built-up members. The effective length of any segment of intermittent fillet welding shall be not less than 4 times the weld size, with a minimum of 1½ in.

In *lap joints*, the minimum amount of lap shall be 5 times the thickness of the thinner part joined, but not less than 1 in. Lap joints joining plates or bars subjected to axial stress shall be fillet welded along the end of both lapped parts, except where the deflection of the lapped parts is sufficiently restrained to prevent opening of the joint under maximum loading.

Side or end fillet welds terminating at ends or sides, respectively, of parts or members shall, wherever practicable, be returned continuously around the corners for a distance not less than 2 times the nominal size of the weld. This provision shall apply to side and top fillet welds connecting brackets, beam seats and similar connections, on the plane about which bending moments are computed. For framing angles and simple end plate connections which depend upon flexibility of the outstanding legs for connection flexibility, end returns shall not exceed four times the nominal size of the weld. Fillet welds which occur on opposite sides of a common plane shall be interrupted at the corner common to both welds. End returns shall be indicated on the design and detail drawings.

Fillet welds in holes or slots may be used to transmit shear in lap joints or to prevent the buckling or separation of lapped parts and to join components of built-up members. Such fillet welds may overlap, subject to the provisions of Sect. J2. Fillet welds in holes or slots are not to be considered plug or slot welds.

3. Plug and Slot Welds

a. Effective Area

The effective shearing area of plug and slot welds shall be considered as the nominal cross-sectional area of the hole or slot in the plane of the faying surface.

b. Limitations

Plug or slot welds may be used to transmit shear in lap joints or to prevent buckling of lapped parts and to join component parts of built-up members.

The diameter of the holes for a plug weld shall be not less than the thickness of the part containing it plus 5/16-in., rounded to the next larger odd 1/8-in., nor greater than 2 1/4 times the thickness of the weld metal.

The minimum c.-to-c. spacing of plug welds shall be four times the diameter of the hole.

The length of slot for a slot weld shall not exceed 10 times the thickness of the weld. The width of the slot shall be not less than the thickness of the part containing it plus 5/16-in., rounded to the next larger odd 1/8-in., nor shall it be larger than 2 1/4 times the thickness of the weld. The ends of the slot shall be semicircular or shall have the corners rounded to a radius not less than the thickness of the part containing it, except those ends which extend to the edge of the part.

The minimum spacing of lines of slot welds in a direction transverse to their length shall be 4 times the width of the slot. The minimum c.-to-c. spacing in a longitudinal direction on any line shall be 2 times the length of the slot.

The thickness of plug or slot welds in material 5/8-in. or less in thickness shall be equal to the thickness of the material. In material over 5/8-in. in thickness, the thickness of the weld shall be at least 1/2 the thickness of the material but not less than 5/8-in.

4. Design Strength

The design strength of welds shall be the lower value of ϕF_{BM} and ϕF_w, when applicable, where F_{BM} and F_w are the nominal strengths of the base material and the weld electrode material, respectively. The values of ϕ, F_{BM} and F_w and limitations thereon are given in Table J2.3.

5. Combination of Welds

If two or more of the general types of welds (groove, fillet, plug, slot) are combined in a single joint, the design strength of each shall be separately computed with reference to the axis of the group in order to determine the design strength of the combination.

6. Matching Steel

The choice of electrode for use with complete-penetration groove welds subject to tension normal to the effective area is dictated by the requirements for matching steels given in the AWS *Structural Welding Code—Steel* D1.1.

J3. BOLTS, THREADED PARTS AND RIVETS

1. High-strength Bolts

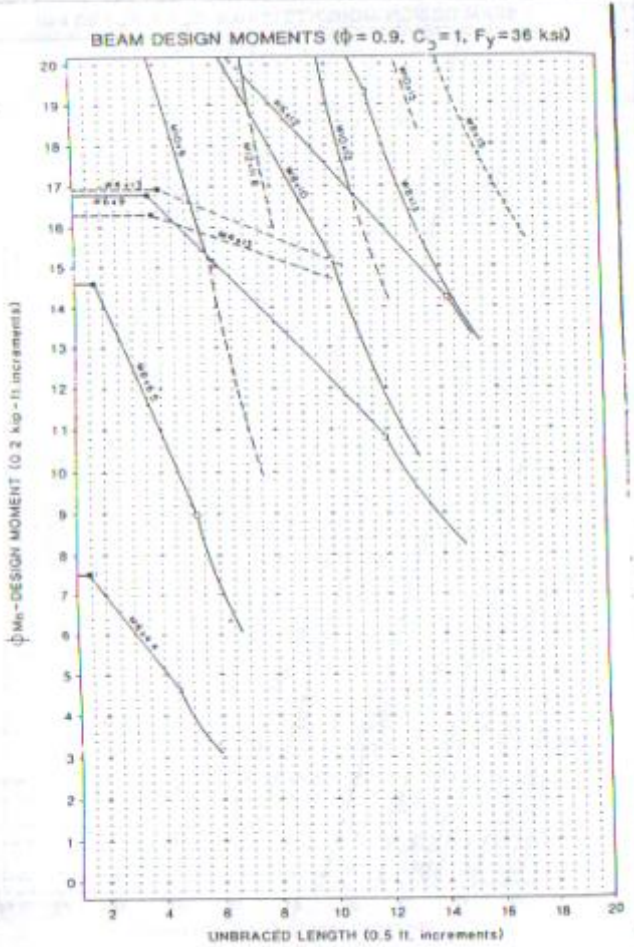
Except as otherwise provided in this Specification, use of high-strength bolts shall conform to the provisions of the *Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts*—1985, as approved by the Research Council on Structural Connections.

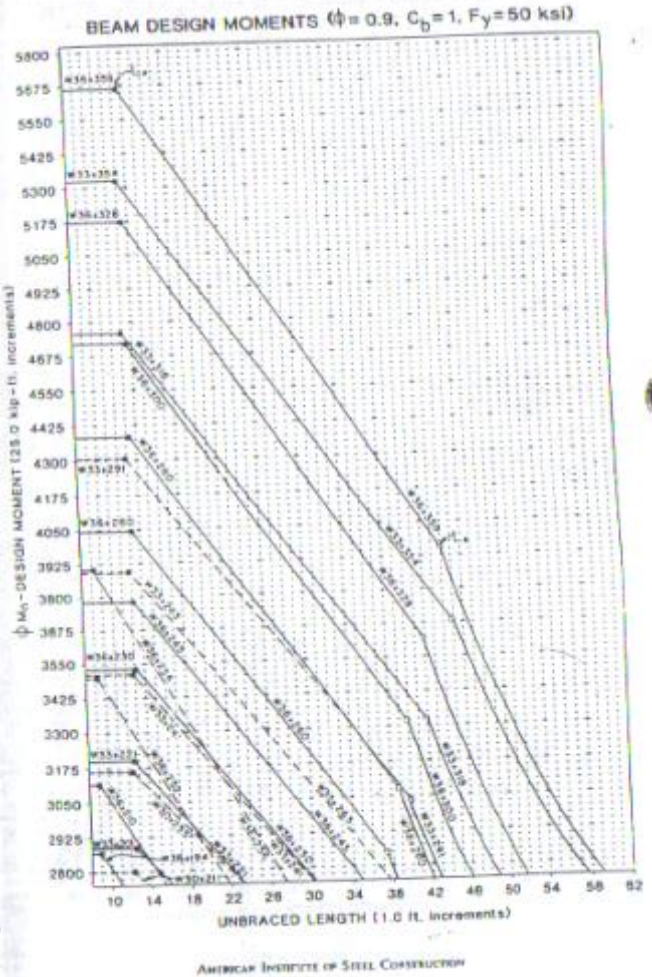
If required to be tightened to more than 50% of their minimum specified tensile strength, ASTM A449 bolts in tension and bearing-type shear connections shall have an ASTM F436 hardened washer installed under the bolt head, and the nuts shall meet

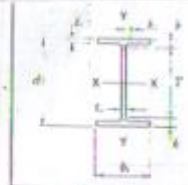
TABLE J2.3
Design Strength of Welds

Types of Weld and Stress[a]	Material	Resistance Factor ϕ	Nominal strength F_{BM} or F_w	Required Weld strength level[b,c]
Complete Penetration Groove Weld				
Tension normal to effective area	Base	0.90	F_y	"Matching" weld must be used.
Compression normal to effective area	Base	0.90	F_y	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld				
Shear on effective area	Base Weld electrode	0.90 0.80	$0.60F_y$ $0.60F_{EXX}$	
Partial Penetration Groove Welds				
Compression normal to effective area	Base	0.90	F_y	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld[d]				
Shear parallel to axis of weld	Base[e] Weld electrode	0.75	$0.60F_{EXX}$	
Tension normal to effective area	Base Weld Electrode	0.90 0.80	F_y $0.60F_{EXX}$	
Fillet Welds				
Stress on effective area	Base[e] Weld electrode	0.75	$0.60F_{EXX}$	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld[d]	Base	0.90	F_y	
Plug or Slot Welds				
Shear parallel to faying surfaces (on effective area)	Base[e] Weld Electrode	0.75	$0.60F_{EXX}$	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.

[a]For definition of effective area, see Sect. J2.
[b]For "matching" weld metal, see Table 4.1.1, AWS D1.1.
[c]Weld metal one strength level stronger than "matching" weld metal will be permitted.
[d]Fillet welds and partial-penetration groove welds joining component elements of built-up members, such as flange-to-web connections, may be designed without regard to the tensile or compressive stress in these elements parallel to the axis of the welds.
[e]The design of connected material is governed by Sect. J4.


BEAM DESIGN MOMENTS (ϕ = 0.9, C_b = 1, F_y = 36 ksi)
ϕMn - DESIGN MOMENT (0.2 kip-ft. increments)
UNBRACED LENGTH (0.5 ft. increments)
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION


BEAM DESIGN MOMENTS (ϕ = 0.9, C_b = 1, F_y = 50 ksi)
ϕMn - DESIGN MOMENT (25.0 kip-ft. increments)
UNBRACED LENGTH (1.0 ft. increments)
AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION



M SHAPES
Dimensions

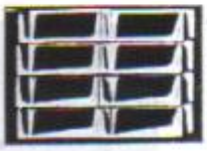
Designation	Area A	Depth d		Web Thickness t_w		$\frac{t_w}{2}$	Flange Width b_f		Flange Thickness t_f		Distance T	Distance k	Grip	Max Fgs Fastener
	in.²	in.		in.		in.	in.		in.		in.	in.	in.	in.
M 14x18	5.10	14.00	14	0.215	7/16	1/4	4.000	4	0.270	1/4	12 5/8	1 1/8	1/2	7/8
M 12x11.8	3.47	12.00	12	0.177	3/16	1/4	3.065	3 1/16	0.225	1/4	10 5/8	1 1/16	1/2	—
M 10x9	2.65	10.00	10	0.157	5/16	1/4	2.690	2 11/16	0.206	3/16	8 5/8	1 1/16	5/16	—
M 8x6.5	1.92	8.00	8	0.135	1/8	1/16	2.281	2 1/16	0.189	3/16	7	1/2	5/16	—
M 6x20	5.89	6.00	6	0.250	1/4	1/8	5.938	5	0.379	3/8	4 1/4	1/2	1/2	1/4
M 6x4.4	1.29	6.00	6	0.114	1/8	1/16	1.844	1 13/16	0.171	1/16	5 1/8	7/16	9/16	—
M 5x18.9	5.55	5.00	5	0.318	5/16	1/16	5.003	5	0.416	7/16	3 1/16	1/2	7/16	1/2
M 4x13	3.81	4.00	4	0.254	1/4	1/8	3.940	4	0.371	3/8	2 1/8	15/16	3/8	1/2

M SHAPES
Properties

Nominal Wt. per ft	Compact Section Criteria $\frac{b_f}{2t_f}$	Compact Section Criteria $\frac{h}{t_w}$	Compact Section Criteria F_y	J	$I_w \times 10^6$	Elastic Properties Axis X-X I	Axis X-X S	Axis X-X r	Axis Y-Y I	Axis Y-Y S	Axis Y-Y r	Plastic Modulus Z_x	Plastic Modulus Z_y
Lb.			Ksi	Ksi	(I-Ksi)²	in.⁴	in.³	in.	in.⁴	in.³	in.	in.³	in.³
18	7.4	60.3	18	1420	55300	148	21.1	5.38	2.64	1.32	0.719	24.9	2.20
11.8	6.8	62.5	18	1290	63700	71.9	12.8	4.55	0.980	0.639	0.532	14.3	1.09
9	6.5	58.4	19	1450	51200	38.8	7.76	3.83	0.609	0.453	0.480	9.19	0.765
6.5	6.0	53.8	22	1700	26000	18.5	4.62	3.10	0.343	0.301	0.423	5.42	0.502
20	7.8	18.5	—	4090	473	39.0	13.0	2.57	11.6	3.90	1.40	14.5	6.25
4.4	5.4	47.0	29	1890	15600	7.20	2.40	2.36	0.165	0.179	0.358	2.80	0.296
18.9	6.0	11.2	—	5710	134	24.1	9.63	2.08	7.66	3.14	1.19	11.0	5.02
13	5.3	10.4	—	6500	79.9	10.5	5.24	1.66	3.36	1.71	0.939	6.05	2.74

IPAC
Por los caminos del acero

Laminados: Vigas



ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Standard:	6 m
Especial:	Según dimensiones
Recubrimiento:	Negro
Calidad del acero:	ASTH A-36 DIN 17100 ST 37.2

NORMA INTERNA

UPN	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde:	DIN 1026
HEB	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde:	DIN 1025-2
IPE	
Longitud:	-0 +100
Dimensiones acorde:	DIN 1025-5

APLICACIONES

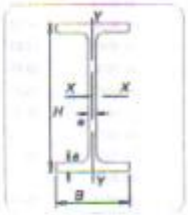
- Estructuras
- Soporte de polipaste en puentes grúas o tecles
- Puentes
- Rieles

VIGAS HEB

Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma e	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm.	mm.	mm.	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
HEB 100	100	100	10	6	20.4	122.4	90	33
HEB 160	160	160	13	8	42.6	255.6	311	111
HEB 200	200	200	15	9	61.3	367.8	570	200
HEB 240	240	240	17	10	83.2	499.2	938	327
HEB 300	300	300	19	11	117	702	1680	571

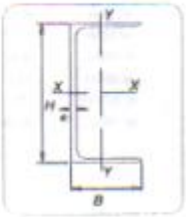
VIGAS IPE

Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma e	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
IPE 100	100	55	5.7	4.1	8.1	48.6	34.2	5.79
IPE 120	120	64	6.3	4.4	10.4	62.4	53	8.68
IPE 160	160	82	7.4	5	15.8	77.4	109	16.7
IPE 200	200	100	8.5	5.6	22.4	134.4	194	28.5
IPE 240	240	120	9.8	6.2	30.7	184.2	324	47.3
IPE 300	300	150	10.7	7.1	42.2	253.2	557	80.5



VIGAS UPN

Descripción	Altura H	Ancho ala B	Esp. ala e	Esp. alma c	Peso P	Peso P	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	kg/m	kg/6m	cm2	cm2
UPN 80	80	45		6	8.64	51.84	26.5	6.36
UPN 100	100	50		6	10.6	63.6	41.2	8.49
UPN 120	120	55		7	13.4	80.4	60.7	11.1
UPN 160	160	65		7.5	18.8	112.8	116	18.3
UPN 180	180	70		8	22	132	150	22.4
UPN 200	200	75		8.5	25.3	151.8	191	27
UPN 240	240	85		9.5	33.2	199.2	300	39.6
UPN 300	300	100		10	46.2	277.2	535	67.8



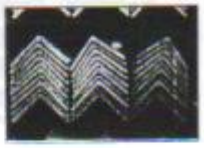
Laminados: Angulos

ESPECIFICACIONES GENERALES

Calidad del acero: DIN 17100
ST 37-2
ASTM A-36

Medidas: 20 - 100 mm

Espesor: 3 - 12 mm



NORMA INTERNA

Dimensiones y Tolerancia:

Bajo Norma: DIN 1028

Longitud: -0 mm
+100 mm

Propiedades de Angulos Laminados

DESCRIPCION	PESO kg/6m	AREA cm2
Al 20X3	5.28	1.13
Al 25X3	6.71	1.43
Al 25X4	8.67	1.86
Al 30X3	8.16	1.74
Al 30X4	10.68	2.27
Al 40X3	11.04	2.35
Al 40X4	14.52	3.08
Al 40X5	17.82	3.79
Al 40X6	20.91	4.48
Al 50X3	13.98	2.96
Al 50X4	18.36	3.89
Al 50X5	22.62	4.8
Al 50X6	26.82	5.69
Al 60X6	32.52	6.91
Al 65X6	35.04	7.55
Al 70X6	38.28	8.13
Al 75X6	40.69	8.66
Al 80X8	57.78	12.3
Al 100X6	54.82	11.75
Al 100X8	73.2	15.5
Al 100X10	90	19.2
Al 100X12	106.8	22.7

APLICACIONES

- Torres metálicas
- Muebles metálicos
- Carpintería Metálica

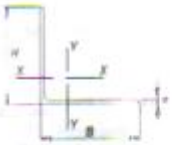


Table 2.5 (Continued)

Type of Weld	Tubular Application	Kind of Stress		Allowable Stress Design (ASD) Allowable Stress	Load and Resistance Factor Design (LRFD) Resistance Factor Φ	Load and Resistance Factor Design (LRFD) Nominal Strength	Required Filler Metal Strength Level[1]
Plug and Slot Welds	Shear parallel to faying surfaces (on effective area)			Base metal 0.40 F_y Filler metal 0.3 F_{EXX}	Not Applicable		Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used
PJP Groove Weld	Longitudinal seam of tubular members	Tension or compression parallel to axis of the weld[2]		Same as for base metal[3]	0.9	F_y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used
	Circumferential and longitudinal joints that transfer loads	Compression normal to the effective area	Joint not designed to bear	0.50 F_{EXX}, except that stress on adjoining base metal shall not exceed 0.60 F_y	0.9	F_y	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used
			Joint designed to bear	Same as for base metal			
		Shear on effective area		0.30 F_{EXX}, except that stress on adjoining base metal shall not exceed 0.50 F_y for tension, or 0.40 F_y for shear	0.75	0.6 F_{EXX}	Filler metal with a strength level equal to or less than matching filler metal may be used
		Tension on effective area			Base metal 0.9 Filler metal 0.8	F_y 0.6 F_{EXX}	
	Structural T-, Y-, or K-connection in ordinary structures	Load transfer across the weld as stress on the effective throat (see 2.23 and 2.24.1.3)		0.30 F_{EXX} or as limited by connection geometry (see 2.24), except that stress on an adjoining base metal shall not exceed 0.50 F_y for tension and compression, nor 0.40 F_y for shear	Base metal 0.9 Filler metal 0.8	F_y 0.6 F_{EXX}	Matching filler metal shall be used
					or as limited by connection geometry (see 2.24 provisions for LRFD)		

Notes:
1. For matching filler metal see Table 3.1.
2. Beam or torsional shear up to 0.30 minimum specified tensile strength of filler metal is allowed, except that shear on adjoining base metal shall not exceed 0.40 F_y (LRFD; see shear).
3. Groove and fillet welds parallel to the longitudinal axis of tension or compression members, except in connection areas, shall not be considered as transferring stress and hence may take the same stress as that in the base metal, regardless of electrode (filler metal) classification. Where the provisions of 2.24.1 are applied, seams in the main member within the connection area shall be CJP groove welds with matching filler metal, as defined in Table 3.1.
4. See 2.24.1.3.
5. Alternatively, see 2.5.4.2 and 2.5.4.3.

Table 3.1 (Continued)

Group	Steel Specification Requirements						Filler Metal Requirements		
			Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range			AWS Electrode	
	Steel Specification		ksi	MPa	ksi	MPa	Process	Specification	Electrode Classification
	ASTM A 36	(>3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550	SMAW	A5.1	E7015, E7016, E7018, E7028
	ASTM A 131	Grades AH32, DH32, EH32		315	68–85	470–585			
		Grades AH36, DH36, EH36	51	350	71–90	490–620		A5.5[1]	E7015-X, E7016-X, E7018-X
	ASTM A 441		40–50	275–345	60–70	415–483			
	ASTM A 516	Grade 65	35	240	65–85	450–585			
		Grade 70	38	260	70–90	485–620	SAW	A5.17	F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 529	Grade 50	50	345	70–100	485–690			
		Grade 55	55	380	70–100	485–690		A5.23[1]	F7XX-EXXX-XX,
	ASTM A 537	Class 1	45–50	310–345	65–90	450–620			F7XX-ECXXX-XX
	ASTM A 570	Grade 50	50	345	65	450			
		Grade 55	55	380	70	480			
	ASTM A 572	Grade 42	42	290	60 min	415 min			
		Grade 50	50	345	65 min	450 min	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC,
		Grade 55	55	380	70 min	485 min			E70C-XM (Electrodes with
	ASTM A 588[4]	(4 in. [100 mm] and under)	50	345	70 min	485 min			the -GS suffix shall be excluded)
	ASTM A 595	Grade A	55	380	65 min	450 min			
		Grades B and C	60	415	70 min	480 min		A5.28[3]	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 606[4,5]		45–50	310–340	65 min	450 min			
	ASTM A 607	Grade 45	45	310	60 min	410 min			
		Grade 50	50	345	65 min	450 min			
		Grade 55	55	380	70 min	480 min			
II	ASTM A 618	Grades Ib, II, III	46–50	315–345	65 min	450 min	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XM
	ASTM A 633	Grade A	42	290	63–83	430–570			(Electrodes with the -2, -2M, -3,
		Grades C, D	50	345	70–90	485–620			-10, -13, -14, and -GS suffix
		(2-1/2 in. [65 mm] and under)							shall be excluded and electrodes
	ASTM A 709	Grade 36 (>3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550			with the -11 suffix shall be excluded
		Grade 50	50	345	65 min	450 min			for thicknesses greater than
		Grade 50W	50	345	70 min	485 min			1/2 in. [12 mm])
	ASTM A 710	Grade A, Class 2 > 2 in. [50 mm]	55	380	65 min	450 min			
	ASTM A 808	(2-1/2 in. [65 mm] and under)	42	290	60 min	415 min		A5.29[3]	E7XTX-X, E7XTX-XM
	ASTM A 913	Grade 50	50	345	65 min	450 min			
	ASTM A 992		50–65	345–450	65	450			
	API 2H	Grade 42	42	290	62–80	430–550			
		Grade 50	50	345	70 min	485 min			
	API 2W	Grade 42	42–62	290–462	62 min	427 min			
		Grade 50	50–75	345–517	65 min	448 min			
		Grade 50T	50–80	345–552	70 min	483 min			
	API 2Y	Grade 42	42–62	290–462	62 min	427 min			
		Grade 50	50–75	345–517	65 min	448 min			
		Grade 50T	50–80	345–552	70 min	483 min			
	API 5L	Grade X52	52	360	66–72	455–495			
	ABS	Grades AH32, DH32, EH32	45.5	315	71–90	490–620			
		Grades AH36, DH36, EH36[2]	51	350	71–90	490–620			

(continued)

Table 3.1
Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)

Group	Steel Specification Requirements: Steel Specification		Minimum Yield Point/Strength ksi	Minimum Yield Point/Strength MPa	Tensile Range ksi	Tensile Range MPa	Filler Metal Requirements: Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification
	ASTM A 36	(≤3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX
	ASTM A 53	Grade B	35	240	60 min	415 min		A5.5[3]	E70XX-X
	ASTM A 106	Grade B	35	240	60 min	415 min			
	ASTM A 131	Grades A, B, CS, D, DS, E	34	235	58–71	400–490			
	ASTM A 139	Grade B	35	241	60 min	414 min	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 381	Grade Y35	35	240	60 min	415 min			
	ASTM A 500	Grade A	33	228	45 min	310 min		A5.23[3]	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
		Grade B	42	290	58 min	400 min			
	ASTM A 501		36	250	58 min	400 min			
	ASTM A 516	Grade 55	30	205	55–75	380–515			
		Grade 60	32	220	60–80	415–550	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)
	ASTM A 524	Grade I	35	240	60–85	415–586			
		Grade II	30	205	55–80	380–550			
1	*							A5.28[3]	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 570	Grade 30	30	205	49 min	340 min			
		Grade 33	33	230	52 min	360 min			
		Grade 36	36	250	53 min	365 min	FCAW	A5.20	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])
		Grade 40	40	275	55 min	380 min			
		Grade 45	45	310	60 min	415 min			
	ASTM A 573	Grade 65	35	240	65–77	450–530			
		Grade 58	32	220	58–71	400–490			
	ASTM A 709	Grade 36 (≤3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550			
	API 5L	Grade B	35	240	60	415			
		Grade X42	42	290	60	415			
	ABS	Grades A, B, D, CS, DS			58–71	400–490		A5.29[3]	E6XTX-X, E6XT-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM
		Grade E[2]			58–71	400–490			

*ASTM A 529 (min yield 42 ksi) has been deleted.

(continued)

ST American Welding Society, Inc.
d by Information Handling Services

Table 3.3 (see 3.7.3)
Filler Metal Requirements for Exposed Bare Applications of Weathering Steels

Process	AWS Filler Metal Specification	Approved Electrodes[1]
SMAW	A5.5	All electrodes that deposit weld metal meeting a B2L, C1, C1L, C2, C2L, C3 or WX analysis per A5.5.
SAW[2]	A5.23	All electrode-flux combinations that deposit weld metal with a Ni1, Ni2, Ni3, Ni4 or WX analysis per A5.23.
FCAW	A5.29	All electrodes that deposit weld metal with a B2L, K2, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, or WX analysis per A5.29.
GMAW[3]	A5.28	All electrodes that meet filler metal composition requirements of B2L, G[1], Ni1, Ni2, Ni3, analysis per A5.28.

General Notes:
- Filler metals shall meet requirements of Table 3.1 in addition to the compositional requirements listed above. The use of the same type of filler metal having next higher tensile strength as listed in AWS filler metal specification may be used.
- Composite (metal cored) electrodes are designated as follows:
  SAW: Insert letter "C" between the letters "E" and "X," e.g., E7AX-ECXXX-Ni1.
  GMAW: Replace the letter "S" with the letter "C," and omit the letter "R," e.g., E80C-Ni1.
- This table shall apply to ASTM A 588 and A 709 Grade 50W.

Notes:
1. Deposited weld metal shall have a chemical composition the same as that for any one of the weld metals in this table.

Table 3.4
Minimum Prequalified PJP Weld Size (E)
(see 3.12.2.1)

Base Metal Thickness (T)[1]		Minimum Weld Size[2]	
in.	[mm]	in.	mm
1/8 [3] to 3/16 [5] incl.		1/16	2
Over 3/16 [5] to 1/4 [6] incl.		1/8	3
Over 1/4 [6] to 1/2 [12] incl.		3/16	5
Over 1/2 [12] to 3/4 [20] incl.		1/4	6
Over 3/4 [20] to 1-1/2 [38] incl.		5/16	8
Over 1-1/2 [38] to 2-1/4 [57] incl.		3/8	10
Over 2-1/4 [57] to 6 [150] incl.		1/2	12
Over 6 [150]		5/8	16

Notes:
1. For non-low hydrogen processes without preheat calculated in conformance with 3.5.2, T equals the thickness of the thicker part joined; single pass welds shall be used. For low-hydrogen processes and non-low hydrogen processes established to prevent cracking in conformance with 3.5.2, T equals thickness of the thinner part; single pass requirement does not apply.
2. Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined.

Table 3.5
Joint Detail Applications for Prequalified CJP T-, Y-, and K-Tubular Connections
(see 3.13.4 and Figure 3.7)

Detail	Applicable Range of Local Dihedral Angle, Ψ	
A	180° to 135°	
B	150° to 50°	
C	75° to 30°	Not prequalified for groove angles under 30°
D	40° to 15°	Not prequalified for groove angles under 30°

General Notes:
- The applicable joint detail (A, B, C, or D) for a particular part of the connection shall be determined by the local dihedral angle, Ψ, which changes continuously in progressing around the branch member.
- The angle and dimensional ranges given in Detail A, B, C, or D include maximum allowable tolerances.
- See Annex B for definition of local dihedral angle.

Vertical Deflection

For rolled shapes designated W, M, HP, S, C and MC, the maximum vertical deflection may be calculated using the formula:

$$\Delta = ML^2/(C_1 I_x)$$

where

M = service load moment based on uniformly distributed design load, kip-ft
L = span length, ft
I_x = moment of inertia, in.^{4}
C_1 = loading constant (see Fig. 3.3)
Δ = deflection, in.

A live-load deflection limit of $L/360$ is assumed.

$$\Delta_{LL} \le \frac{\text{Span Length}}{360}$$

Deflection can be controlled by limiting the span-depth ratio of a simply supported, uniformly loaded beam as shown in Table 3.1. For large span/depth ratios, vibration may also be a consideration.

TABLE 3.1 RECOMMENDED SPAN/DEPTH RATIOS

Load Ratios		Span/Depth Ratios	
DL/TL	DL/LL	F_y = 36 ksi	F_y = 50 ksi
0.2	0.25	20.0	14.0
0.3	0.43	22.2	16.0
0.4	0.67	25.0	18.0
0.5	1.00	29.0	21.0
0.6	1.50	—	26.0

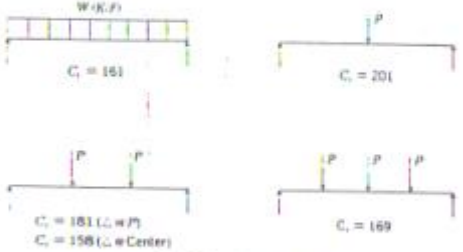


Fig. 3.3 Loading constants

UNIFORM LOAD CONSTANTS
Use of Tables

Nomenclature

$\phi_b W_x$ = Uniform load constant, kip-ft
$= 2M_{n,max}/3$
$M_{n,max} = \phi_b M_n$ for compact shapes, kip-in.
$= \phi_b M_n^*$ for noncompact shapes, kip-in.
$\phi_b = 0.90$
W = Total uniformly distributed design load, kips
$= \phi_b W_x L$
$\phi_v V_n$ = Maximum web shear strength, kips (LRFD Specification Sect. F2).
For $h/t_w \le 187\sqrt{k/F_{yw}}$

$$\phi_v V_n = \phi_v (0.6 F_{yw} A_w)$$

For $187\sqrt{k/F_{yw}} < h/t_w \le 234\sqrt{k/F_{yw}}$

$$\phi_v V_n = \phi_v \left[0.6 F_{yw} A_w \frac{187\sqrt{k/F_{yw}}}{h/t_w}\right]$$

For $h/t_w > 234\sqrt{k/F_{yw}}$

$$\phi_v V_n = \phi_v A_w \frac{26{,}400k}{(h/t_w)^2}$$

k = web plate buckling coefficient
= 5.0 (for rolled shapes with no stiffeners)
$\phi_v = 0.90$
L_v = Span length below which shear $\phi_v V_n$ in the beam web governs, as compared to greater lengths where flexure constant $\phi_b W_x$ governs, ft
$= \phi_b W_x / \phi_v 12 V_n$
L_b = Lateral unbraced length; length between points which are either braced against lateral displacement of the compression flange or braced against twist of the cross section, ft
L_p = Limiting laterally unbraced length for full plastic moment capacity with C_b = 1.0, ft

$$= \frac{300 r_y}{12\sqrt{F_y}}, \text{ compact shape}$$

$$= L_p' = L_p - (L_r - L_p)\left(\frac{M_p - M_r}{M_p - M_r}\right), \text{ noncompact shape}$$

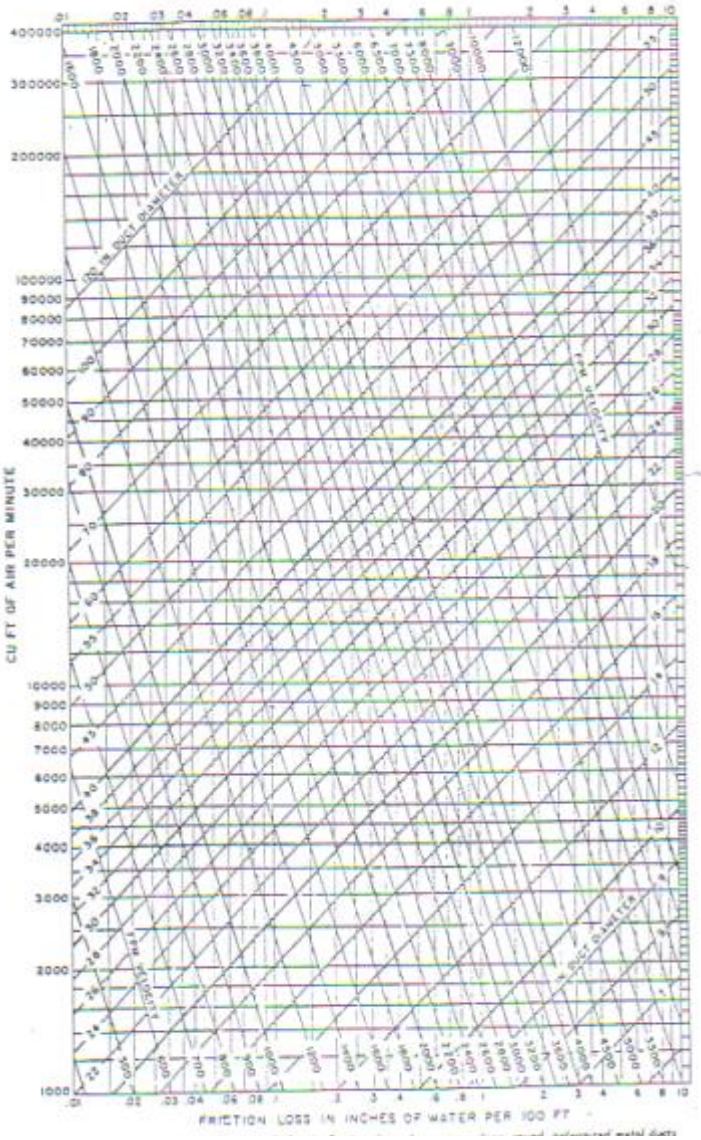
L_r = Limiting laterally unbraced length for elastic lateral-torsional buckling, ft

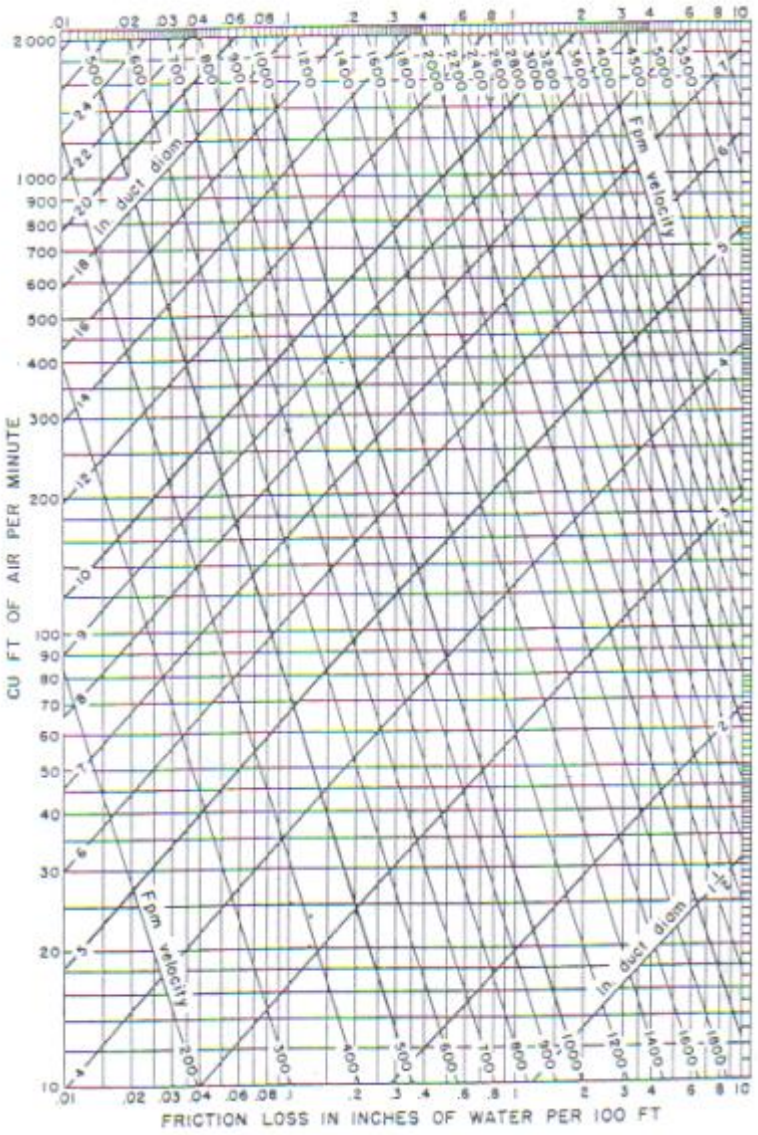
$$= \frac{r_y X_1}{(F_{cr} - F_r)}\sqrt{1 - \sqrt{1 + X_2 (F_{cr} - F_r)^2}} \qquad \text{(F1-6)}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{EGJA}{2}} \qquad \text{(F1-8)}$$

APENDICE J

TABLAS VENTILACION


CU FT OF AIR PER MINUTE
FRICTION LOSS IN INCHES OF WATER PER 100 FT
DUCT DIAMETER



(Based on Standard Air of 0.075 lb per cu ft density flowing through average, clean, round, galvanized metal ducts having approximately 40 joints per 100 ft.) Caution: Do not extrapolate below chart.

FIG. 8–1 Friction Of Air In Straight Ducts For Volumes Of 10 To 2000 CFM (Reprinted by permission from *ASHRAE Guide and Data Book*, 1965)

Table 12-R RECOMMENDED MAXIMUM DUCT VELOCITIES FOR HIGH VELOCITY SYSTEMS*

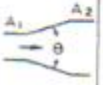
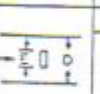
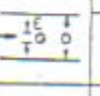
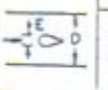
cfm (m^3/min) Carried by the Duct	Maximum Velocities fpm (m/s)
60,000 to 40,000 (1,700 to 1,133)	6000 (30.5)
40,000 to 25,000 (1,1333 to 708)	5000 (25.4)
25,000 to 15,000 (708 to 425)	4500 (22.9)
15,000 to 10,000 (425 to 283)	4000 (20.3)
10,000 to 6,000 (283 to 170)	3500 (17.8)
6,000 to 3,000 (170 to 85)	3000 (15.2)
3,000 to 1,000 (85 to 28)	2500 (12.7)

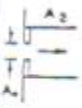
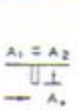
* Reprinted by permission from *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, 1972.

Table 12-6 LOSS IN TOTAL PRESSURE FOR TRANSITION FITTINGS in. of water (in. × 25.4 = mm, and in. of water × 249 = Pa)

Upstream Velocity $\bar{V}_u$	Downstream Velocity $\bar{V}_d$, fpm							
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
600	0.001	0.003	0.004					
800	0.003	0.002	0.008	0.010	0.010			
1000	0.004	0.003	0.003	0.005	0.010	0.010		
1200	0.007	0.006	0.005	0.005	0.010	0.010	0.011	0.012
1400	0.010	0.010	0.008	0.008	0.006	0.010	0.011	0.013
1600	0.017	0.015	0.014	0.010	0.008	0.012	0.011	0.013
1800	0.022	0.020	0.018	0.012	0.011	0.012	0.012	0.013
2000	0.027	0.020	0.019	0.018	0.017	0.017	0.015	0.010

Upstream Velocity $\bar{V}_u$	Downstream Velocity $\bar{V}_d$, fpm						
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
2000	0.010	0.020	0.030				
2500	0.030	0.020	0.030	0.040			
3000	0.040	0.030	0.030	0.040	0.050		
3500	0.060	0.050	0.040	0.040	0.050	0.060	0.070
4000	0.090	0.090	0.080	0.060	0.050	0.060	0.070
4500	0.120	0.110	0.100	0.090	0.070	0.060	0.070
5000	0.140	0.140	0.130	0.100	0.100	0.080	0.070

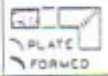
TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	LOSS COEFFICIENT	
		A_1/A_2	C_1	C_2
ABRUPT EXPANSION		0.1	0.81	81
		0.2	0.64	16
		0.3	0.49	5
		0.4	0.36	2.25
		0.5	0.25	1.00
		0.6	0.16	0.45
		0.7	0.09	0.18
		0.8	0.04	0.06
		0.9	0.01	0.01
		θ	C_F	
GRADUAL EXPANSION		5°	0.17	
		7°	0.22	
		10°	0.28	
		20°	0.45	
		30°	0.59	
		40°	0.73	
ABRUPT EXIT		$A_1/A_2=0.0$	1.00	
		A_o/A_1	C_o	
SQUARE EDGE ORIFICE EXIT		0.0	2.50	
		0.2	2.44	
		0.4	2.26	
		0.6	1.96	
		0.8	1.54	
		1.0	1.00	
		ϵ/D	C	
BAR ACROSS DUCT		0.10	0.7	
		0.25	1.4	
		0.50	4.0	
		ϵ/D	C	
PIPE ACROSS DUCT		0.10	0.20	
		0.25	0.55	
		0.50	2.0	
		ϵ/D	C	
STREAM-LINED STRUT ACROSS DUCT		0.10	0.07	
		0.25	0.23	
		0.50	0.90	

TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	LOSS COEFFICIENT
		A_2/A_1	C_2
ABRUPT CONTRACTION SQUARE EDGE		0.0	0.34
		0.2	0.32
		0.4	0.25
		0.6	0.16
		0.8	0.06
		θ	
GRADUAL CONTRACTION		30°	0.02
		45°	0.04
		60°	0.07
		$A_1 * A_2$	C
EQUAL AREA TRANSFORMATION		$\theta \leq 14°$	0.15
		$A=\infty$	C
FLANGED ENTRANCE			0.34
		$A=\infty$	C
DUCT ENTRANCE			0.85
		$A=\infty$	C
FORMED ENTRANCE			0.03
		A_o/A_2	C_o
SQUARE EDGE ORIFICE ENTRANCE		0.0	2.50
		0.2	1.90
		0.4	1.39
		0.6	0.98
		0.8	0.61
		1.0	0.34
		A_o/A	C_o
SQUARE EDGE ORIFICE IN DUCT		0.0	2.50
		0.2	1.86
		0.4	1.21
		0.6	0.64
		0.8	0.20
		1.0	0.0

Note 1: Subscript on C indicates cross-section at which velocity is calculated

FIG. 8-7 Pressure Losses Due To Area Changes (Reprinted by permission from *ASHRAE Guide and Data Book*, 1965)

(Additional Equivalent Losses in Excess of Friction to Intersection of Center Lines)

TYPE	ILLUSTRATION	CONDITIONS	PRESSURE LOSS C[a]	L/D	L/W
N-DEG.		RECTANGULAR OR ROUND; WITH OR WITHOUT VANES	$\frac{N}{90}$ TIMES VALUE FOR SIMILAR 90-DEG. ELBOW		
90-DEG. ROUND SECTION		MITER	1.30[b]	65	
		R/D=0.5	0.90		
		0.75	0.45	23	
		1.0	0.33	17	
		1.5	0.24	12	
		2.0	0.19	10	
90-DEG. RECTANGULAR SECTION		H/W R/W			
		0.25 MITER	1.25[b]		25
		0.25 0.5	1.25		25
		0.25 0.75	0.60		12
		0.25 1.0	0.37		7
		0.25 1.5	0.19		4
		0.5 MITER	1.47		49
		0.5 0.5	1.10		40
		0.5 0.75	0.50		16
		0.5 1.0	0.28		9
		0.5 1.5	0.13		4
		1.0 MITER	1.50		75
		1.0 0.5	1.00		50
		1.0 0.75	0.41		21
		1.0 1.0	0.22		11
		1.0 1.5	0.09		4.5
		4.0 MITER	1.38		110
		4.0 0.5	0.96		65
		4.0 0.75	0.37		43
		4.0 1.0	0.19		17
		4.0 1.5	0.07		6
90-DEG. SQUARE SECTION WITH SPLITTER VANES		R/W R_1/W R_2/W			
		MITER 0.5			28
		0.5 0.4	0.70		19
		0.7 0.6			12
		1.0 1.0	0.13		7.2
		1.5	0.12		
		MITER 0.3 0.3			22
		0.5 0.2 0.4	0.45		18
		0.75 0.4 0.7	0.12		
		1.0 0.7 1.0	0.10		
		1.5 1.3 1.8	0.13		
MITER WITH TURNING VANES	 PLATE FORMED	C=0.10 TO 0.35 DEPENDING ON MANUFACTURE			
MITER TEE WITH VANES		CONSIDER EQUAL TO A SIMILAR ELBOW. BASE LOSS ON ENTERING VELOCITY.			
RADIUS TEE					

[a] Values based on f values of approximately 0.02.

[b] Values calculated from L/D and L/W values of Reference 6 for $f = 0.02$.

FIG. 8-6 Pressure Losses Due To Elbows (Reprinted by permission from *ASHRAE Guide and Data Book*, 1965)

TABLE 5-9. Circular Equivalents of Rectangular Duct Sizes

A \ B	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0
3.0	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
3.5	4.1	4.3	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7
4.0	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.3
4.5	4.8	4.9	5.2	5.4	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
5.0	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	8.0	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.3	9.4
5.5	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9

A \ B	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0
6.0	6.6																								
7.0	7.1	7.7																							
8.0	7.6	8.2	8.7																						
9.0	8.0	8.7	9.3	9.8																					
10.0	8.4	9.1	9.8	10.4	10.9																				
11.0	8.8	9.5	10.2	10.9	11.5	12.0																			
12.0	9.1	9.9	10.7	11.3	12.0	12.6	13.1																		
13.0	9.5	10.3	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7	14.2																	
14.0	9.8	10.7	11.5	12.2	12.9	13.5	14.2	14.7	15.3																
15.0	10.1	11.0	11.8	12.6	13.3	14.0	14.6	15.3	15.8	16.4															
16.0	10.4	11.3	12.2	13.0	13.7	14.4	15.1	15.7	16.4	16.9	17.5														
17.0	10.7	11.6	12.5	13.4	14.1	14.9	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6													
18.0	11.0	11.9	12.9	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7												
19.0	11.2	12.2	13.2	14.1	14.9	15.7	16.4	17.1	17.8	18.4	19.0	19.6	20.2	20.8											
20.0	11.5	12.5	13.5	14.4	15.2	16.0	16.8	17.5	18.2	18.9	19.5	20.1	20.7	21.3	21.9										
22.0	12.0	13.0	14.1	15.0	15.9	16.8	17.6	18.3	19.1	19.8	20.4	21.1	21.7	22.3	22.9	24.0									
24.0	12.4	13.5	14.6	15.6	16.5	17.4	18.3	19.1	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.3	23.9	25.1	26.2								
26.0	12.8	14.0	15.1	16.2	17.1	18.1	19.0	19.8	20.6	21.4	22.1	22.9	23.5	24.2	24.9	26.1	27.3	28.4							
28.0	13.2	14.5	15.6	16.7	17.7	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.4	25.1	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6						
30.0	13.6	14.9	16.1	17.2	18.3	19.3	20.2	21.1	22.0	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.6	28.0	29.3	30.5	31.7	32.8					
32.0	14.0	15.3	16.5	17.7	18.8	19.8	20.8	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.7	27.5	28.9	30.2	31.5	32.7	33.9	35.0				
34.0	14.4	15.7	17.0	18.2	19.3	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.1	25.9	26.7	27.5	28.3	29.7	31.1	32.4	33.7	34.9	36.1	37.2			
36.0	14.7	16.1	17.4	18.6	19.8	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.2	29.0	30.5	32.0	33.3	34.6	35.9	37.1	38.2	39.4		
38.0	15.0	16.5	17.8	19.0	20.2	21.4	22.4	23.5	24.5	25.4	26.4	27.2	28.1	28.9	29.8	31.3	32.8	34.2	35.6	36.8	38.1	39.3	40.4	41.5	
40.0	15.3	16.8	18.2	19.5	20.7	21.8	22.9	24.0	25.0	26.0	27.0	27.9	28.8	29.6	30.5	32.1	33.6	35.1	36.4	37.8	39.0	40.3	41.5	42.6	43.7
42.0	15.6	17.1	18.5	19.9	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.6	27.6	28.5	29.4	30.3	31.2	32.8	34.4	35.9	37.3	38.7	40.0	41.3	42.5	43.7	44.8
44.0	15.9	17.5	18.9	20.3	21.5	22.7	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1	29.1	30.0	30.9	31.8	33.5	35.1	36.7	38.1	39.5	40.9	42.2	43.5	44.7	45.8
46.0	16.2	17.8	19.3	20.6	21.9	23.2	24.4	25.5	26.6	27.7	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	34.2	35.9	37.4	38.9	40.4	41.8	43.1	44.4	45.7	46.9
48.0	16.5	18.1	19.6	21.0	22.3	23.6	24.8	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.9	36.6	38.2	39.7	41.2	42.6	44.0	45.3	46.6	47.9
50.0	16.8	18.4	19.9	21.4	22.7	24.0	25.2	26.4	27.6	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.7	35.5	37.2	38.9	40.5	42.0	43.5	44.9	46.2	47.5	48.8
54.0	17.3	19.0	20.6	22.0	23.5	24.8	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.9	33.9	34.9	36.8	38.6	40.3	41.9	43.5	45.1	46.5	48.0	49.3	50.7
58.0	17.8	19.5	21.2	22.7	24.2	25.5	26.9	28.2	29.4	30.6	31.7	32.8	33.9	35.0	36.0	38.0	39.8	41.6	43.3	45.0	46.6	48.1	49.6	51.0	52.4
62.0	18.3	20.1	21.7	23.3	24.8	26.3	27.6	28.9	30.2	31.5	32.6	33.8	34.9	36.0	37.1	39.1	41.0	42.9	44.7	46.4	48.1	49.6	51.2	52.7	54.1
66.0	18.8	20.6	22.3	23.9	25.5	26.9	28.4	29.7	31.0	32.3	33.5	34.7	35.9	37.0	38.1	40.2	42.2	44.1	46.0	47.7	49.4	51.1	52.7	54.2	55.7
70.0	19.2	21.1	22.8	24.5	26.1	27.6	29.1	30.4	31.8	33.1	34.4	35.6	36.8	37.9	39.1	41.2	43.3	45.3	47.2	49.0	50.8	52.5	54.1	55.7	57.3
74.0	19.6	21.5	23.3	25.1	26.7	28.2	29.7	31.2	32.5	33.9	35.2	36.4	37.7	38.8	40.0	42.2	44.4	46.4	48.4	50.3	52.1	53.8	55.5	57.2	58.8
78.0	20.0	22.0	23.8	25.6	27.3	28.2	30.4	31.8	33.3	34.6	36.0	37.2	38.5	39.7	40.9	43.2	45.4	47.5	49.5	51.4	53.3	55.1	56.9	58.6	60.2
82.0	20.4	22.4	24.3	26.1	27.8	29.4	31.0	32.5	33.9	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.8	44.1	46.4	48.5	50.6	52.6	54.4	56.4	58.2	59.9	61.6
86.0	20.8	22.9	24.8	26.6	28.3	30.0	31.6	33.1	34.6	36.1	37.4	38.8	40.1	41.4	42.6	45.0	47.3	49.6	51.7	53.7	55.7	57.6	59.4	61.2	63.0
90.0	21.2	23.3	25.2	27.1	28.9	30.6	32.2	33.8	35.3	36.7	38.2	39.5	40.9	42.2	43.5	45.9	48.3	50.5	52.7	54.8	56.8	58.8	60.7	62.5	64.3

MECANICA DE FLUIDOS

MOVIMIENTO DEL AIRE. La velocidad

El aire, como envoltura gaseosa de la Tierra no es una masa de gases en reposo sino que constituye una delgada capa fluida y turbulenta removiéndose con intensidad variable debida a grandes contrastes térmicos. Al desplazamiento masivo de grandes porciones de aire con una cierta velocidad y dirección comun se le llama **Viento**.

A las desordenadas y continuas alteraciones en la posición relativa y en la velocidad de masas paciales del aire que se desplaza se le llama **Turbulencia**.

A la ausencia práctica de viento cerca del suelo o de la superficie del mar se le llama **Calma**. Es poco frecuenta que esta quietud se observe a todas las alturas sobre un mismo lugar y podemos considerarla inexistente si alcanzamos varios miles de metros.

Escala de Beaufort

La fuerza del viento viene determinada por la velocidad del mismo. La Escala de Beaufort ordena los vientos segun su fuerza que, traducido en velocidades, aparecen con los valores de la Tabla 1, medidos a 10 m de altura y en campo abierto.

Efecto sobre el cuerpo humano

Aunque la escala de Beaufort no estima como movimiento del aire hasta que alcanza la velocidad de 1,5 m/s, lo cierto es que desplazamientos de aire a velocidades inferiores como por ejemplo 0,5 m/s son ya perceptibles, aunque escasamente. El termino "aire en calma", implica un movimiento de hasta 0,06 m/s. De ahí para arriba se percibe perfectamente un movimiento del aire.

Si al efectuar la renovación de aire de un local se utiliza como aire de aportación uno que tenga unas características térmicas y de humedad parecidas a la existente dentro del local, raramente es perfectible el movimiento del aire ya que una renovación, por activa que sea, suele provocar unas velocidades de aire por debajo de lo que hemos calificado como aire en calma.

Escala de Beaufort	Nombre de Viento	Velocidad m/s	Velocidad km/hora
0	Calma	0'5	2
1	Aire ligero	1'5	5
2	Brisa ligera	3	11
3	Brisa suave	6	22
4	Brisa moderada	8	30
5	Brisa fresca	11	40
6	Brisa fuerte	14	50
7	Viento moderado	17	60
8	Viento fresco	21	75
9	Viento fuerte	24	87
10	Gran viento	28	100
11	Tempestad	32	115
12	Huracan	36 o más	130 o más

Tabla 1

Ahora bien, es perfectamente conocido el fenómeno de que un movimiento de aire sobre la piel desnuda de las personas provoca una sensación de frescor, pese a que el aire tenga la misma temperatura de cuando estaba en calma. Difícilmente la velocidad del aire de renovación de un local puede producir esa sensación de frescor y de ahí que se justifica la existencia de los ventiladores que son aparatos destinados a provocar movimientos de aire utilizando el aire existente dentro de los locales y por tanto independientemente del aire de aporte para una renovación del ambiente.

En un local con personas normalmente vestidas, en reposo u ocupadas en una actividad ligera y con una temperatura entre 20 y 24 °C, un movimiento de aire a una velocidad comprendida de 0,5 a 1 m/s les proporciona una sensación de frescor

EXTRACTORES CENTRÍFUGOS DE SIMPLE ASPIRACIÓN

Serie CMB / CMT

CMT serie 1

80°C CONTINUO

Ventiladores centrífugos de simple aspiración, para **trasegar aire hasta 150°C en continuo** (1), fabricados en **chapa de acero protegida contra la corrosión por pintura poliéster**, con rodete de álabes hacia adelante de acero galvanizado, **equilibrado dinámicamente** y motor **IP55, Clase F** (2).

(1) Serie 1: hasta 80°C

(2) Serie 1: IP44, Clase B

Motores

De 2, 4 ó 6 polos, según versiones.
Tensión de alimentación
Monofásicos 230V-50Hz
Trifásicos 230/400V-50Hz
(Ver cuadro de características)

CMT series 2 y 3

150°C CONTINUO

Otros datos

Los motores pueden situarse a derecha o izquierda. La voluta se puede orientar, en cada caso, para ofrecer hasta 16 combinaciones distintas.
Orientación estándar: LG 270.
Versiones en acero inoxidable bajo pedido.

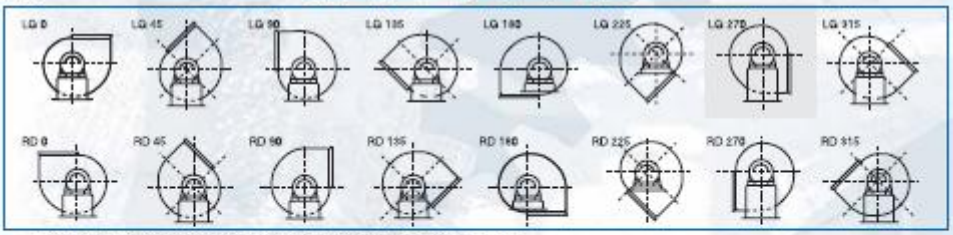
Versiones antiexplosivas según la Directiva ATEX para modelos trifásicos:
- **Seguridad aumentada** ⟨Ex⟩ **II2C EExeIIT3 excepto Serie 1, de 4 polos, modelos 120 a 160**
- **Antideflagrantes** ⟨Ex⟩ **II2C EExdIIBT5 o EExdIICT4 excepto Serie 1, de 4 polos, modelos 120 a 160**

Rodete equilibrado dinamicamente

Rodete de álabes hacia adelante, **equilibrado dinamicamente** según norma ISO 1940, para **reducir el ruido** y evitar vibraciones

APLICACIONES

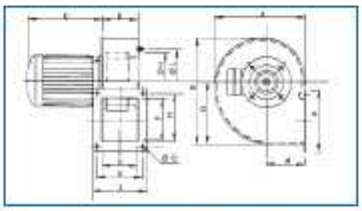
ORIENTACIONES



Orientacion estandar: LG 270. El resto de las orientaciones se fabrican bajo demanda.

Dimensiones (mm)

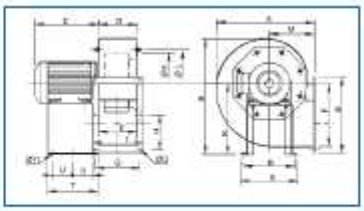
Serie 1



Modelo	A	B	C1		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q
			2*	4*												
120/50	180	203	153	153	74,5	72	85	92	105	106	113	132	81	116	118	5,5
140/50	222	249	177	153	82,5	80	105	105	128	123	144	152	100	147	147	7
160/60	254	293	207	153	102,5	100	120	128	148	153	166	180	109	171	172	7
180/75	302	347	232	177	117,5	115	140	145	170	168	187,5	210	128	203	192	9
200/60	300	347	207	153	107,5	105	100	135	128	158	209	230	128	203	152	9
200/80	321	375	232	207	132,5	130	160	160	188	183	209	230	138	222	212	9

* Número de polos.

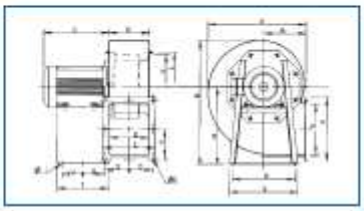
Serie 2



Modelo	A	B	C1		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
			2*	4*																
225/90	386	452	248	235	144	140	216	180	128	203	234	256	181	280	279	10	220	250	200	50
250/100	425	501	300	248	169	165	250	205	145	228	261	282	197	310	313	10	228	260	225	74
280/115	471	553	320	300	184	184	300	220	170	243	293	320	216	340	363	10	245	275	240	95
315/130	524	628	–	320	206	200	320	240	180	263	326	354	238	390	383	11	322	352	230	140

* Número de polos.

Serie 3

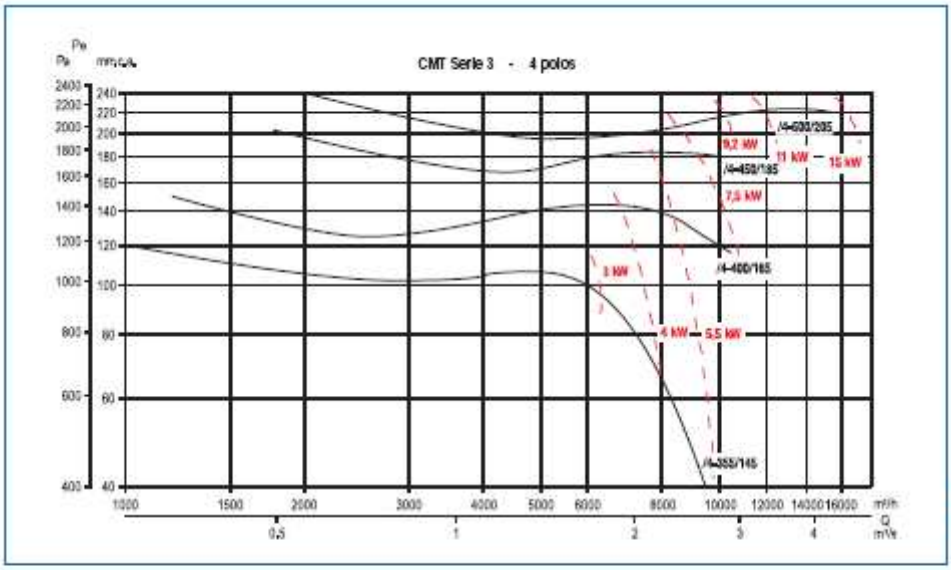


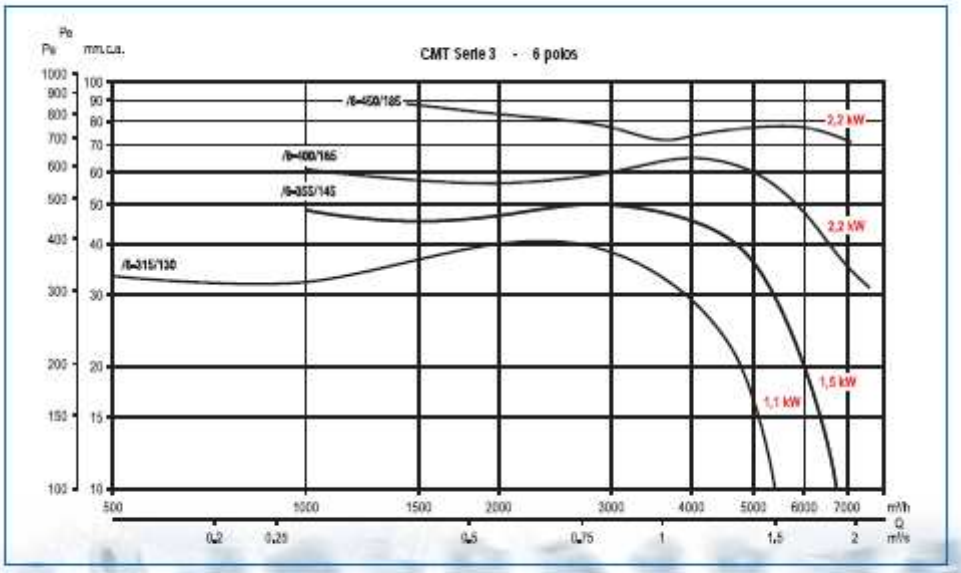
Modelo	A	B	C max.		D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
			/4*	/6*																
355/145	572	713	390	320	231	228	280	133	159	291	367	394	250	445	343	11	420	450	333	136,5
400/165	632	796	425	340	254	250	320	150	185	334	413	438	270	495	404	11	402	438	327	133,5
450/185	709	898	425	340	288	284	360	164	202	368	463	485	302	560	444	11	502	538	340	140
500/205	795	984	550	445	319	315	450	182,5	250	409	513	535	345	610	544	11	613	653	435	187,5

* Número de polos.

Curvas características

- Q = Caudal en m³/h y m³/s.
- Pe = Presión estática en mm.c.d.a y Pa.
- Aire seco normal a 20 °C y 760 mm c.d. Hg.
- Ensayos realizados de acuerdo a Normas UNE 100-212-89 BS 848, Part 1; AMCA 210-85 y ASHRAE 51-1985.



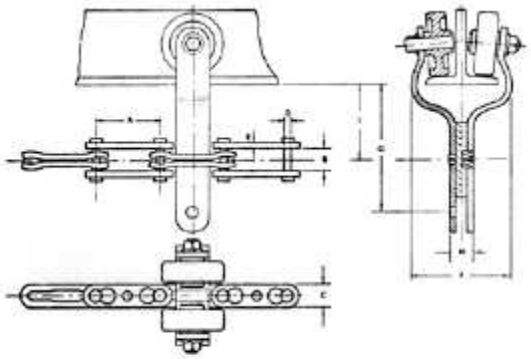


APENDICE K

RODAMIENTOS

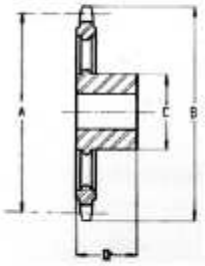
ENGRANE

Gráfico:



Tablas:

CADENA							TROLLEYS				
A	B	C	D	E	Carga de Rotura	Peso por Metro	F	G	H	I	Perfil
50,8	12	19	6,5	4,7	3000	1,5 kg	80	100	19	60	PN12
101,2	20	38	15	4,7	3000	4 kg	100	140	37	95	PN14
101,2	20	38	15	6,35	6000	6 kg	100	140	37	95	PN14

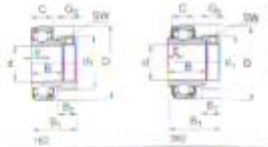


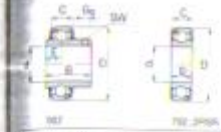
ENGRANAJES					
Paso	Dientes	A	B	C	D
50,8	12	392,4	420	100	85
101,4	13	844	873	120	90
101,4	14	907,1	939	120	90
101,4	16	1041	1071	120	90

ANGEL LARREINA S.A.
Moreno 901, (C1091AAS), Buenos Aires Tel.: 011-4334-2808 - lineas rotativas
Fax: 011-4334-3480 -Lunes a Viernes de 8 a 18hs
http://www.angellarreina.com - ventas@angellarreina.com

Rodamientos FAG tipo S para ejes métricos y en pulgadas

Series 162, 362, 562, 762B.2RSR





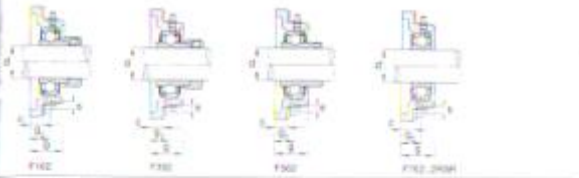
Rodamientos FAG tipo S para ejes métricos y en pulgadas

Series 162, 362, 562, 762B.2RSR

Unidades FAG de rodamientos S

Series F162, F362, F562, F762...2RSR

Soporte brida de fundición gris



F162 F362 F562 F762...2RSR

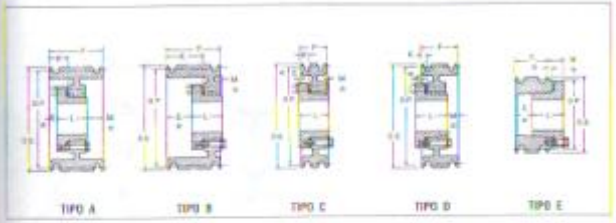
Eje	Dimensiones								Tornillos de fijación	Designación abreviada			Peso
										Unidad de soporte	Rodamiento con dispositivo de seguridad	Soporte	Unidad de rodamiento S
										FAG	FAG	FAG	

APENDICE L

BANDA Y POLEA

3V Poleas QD de Alta Capacidad "Hi-Cap" en Existencia

Martin



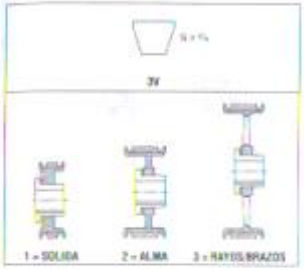
Las dimensiones para las poleas Martin se encuentran enlistadas en las siguientes tablas con sus correspondientes bujes QD. El tipo de polea mostrada a continuación se indica con una letra, y la construcción se indica con un número, como se muestra en la siguiente página.

Dimensiones en pulgadas, peso en libras

1 Ranura* F = 1⅝												2 Ranuras F = 1⅝											
No. de Polea	OD	QT Barreno de Buje	Tipo	Buje	Barreno Máximo del Buje	C	X	Largo Total del Barreno	W	Peso sin Buje	No. de Polea	Tipo	Buje	Barreno Máximo del Buje	C	X	Largo Total del Barreno	W	Peso sin Buje
1 3V 220 JA	2.20	2.13	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	.7	2 3V 220 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.0
1 3V 230 JA	2.30	2.30	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	.8	2 3V 230 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.0
1 3V 250 JA	2.50	2.41	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	.9	2 3V 250 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.2
1 3V 265 JA	2.65	2.65	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.0	2 3V 265 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.3
1 3V 280 JA	2.80	2.75	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.1	2 3V 280 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.4
1 3V 300 JA	3.00	2.90	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.2	2 3V 300 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.5
1 3V 315 JA	3.15	3.00	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.3	2 3V 315 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.6
1 3V 335 JA	3.35	3.15	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.4	2 3V 335 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.8
1 3V 355 JA	3.55	3.35	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.5	2 3V 355 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.9
1 3V 375 JA	3.75	3.54	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.6	2 3V 375 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.0
1 3V 400 JA	4.00	3.86	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.7	2 3V 400 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.1
1 3V 425 JA	4.25	4.07	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.8	2 3V 425 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.2
1 3V 450 SH	4.50	4.40	A-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	2.9	2 3V 450 SH	A-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.8
1 3V 475 SH	4.75	4.73	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	2.5	2 3V 475 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.4
1 3V 500 SH	5.00	4.90	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	2.6	2 3V 500 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.5
1 3V 530 SH	5.30	5.28	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.0	2 3V 530 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.0
1 3V 560 SH	5.60	5.50	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.2	2 3V 560 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.3
1 3V 600 SH	6.00	5.90	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.5	2 3V 600 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.6
1 3V 630 SH	6.30	6.30	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.8	2 3V 630 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.0
1 3V 670 SH	6.70	6.69	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.1	2 3V 670 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.4
1 3V 710 SH	7.10	7.09	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.5	2 3V 710 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.8
1 3V 750 SH	7.50	7.48	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.8	2 3V 750 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	6.2
1 3V 800 SH	8.00	8.00	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.2	2 3V 800 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	6.7
1 3V 850 SH	8.50	8.46	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.5	2 3V 850 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	7.1
1 3V 900 SH	9.00	8.90	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.8	2 3V 900 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	7.5
1 3V 950 SH	9.50	9.45	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	6.2	2 3V 950 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	7.9
1 3V 1000 SH	10.00	9.84	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	6.5	2 3V 1000 SH	D-2	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	8.3
1 3V 1060 SH	10.60	10.55	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	7.3	2 3V 1060 SH	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	9.2
1 3V 1120 SH	11.20	11.02	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	8.0	2 3V 1120 SH	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	10.0
1 3V 1250 SH	12.50	12.40	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	9.0	2 3V 1250 SH	D-3	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	11.2
1 3V 1400 SK	14.00	13.78	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	12.3	2 3V 1400 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	15.0
1 3V 1600 SK	16.00	15.75	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	14.0	2 3V 1600 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	17.0
1 3V 1800 SK	18.00	17.72	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	15.8	2 3V 1800 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	19.2
1 3V 2000 SK	20.00	19.69	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	17.5	2 3V 2000 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	21.3

* F = ¼" para 1 3V 800 SDS y 1 3V 1400 SDS, F = ½" para 1 3V 1400 SK y 1 3V 1600 SK
# Las dimensiones D y W son nominales y varían dependiendo de la tolerancia de la ranura. Las poleas tipo E están diseñadas únicamente para montaje invertido.

Martin Poleas QD de Alta Capacidad "Hi-Cap" en Existencia 3V



Permita que Martin satisfaga sus requerimientos hechos sobre pedido y de grandes cantidades.

Dimensiones en pulgadas, peso en libras

3 Ranuras F = 1½												4 Ranuras F = 1⅞											
No. de Polea	OD	QT Barreno de Buje	Tipo	Buje	Barreno Máximo del Buje	C	X	Largo Total del Barreno	W	Peso sin Buje	No. de Polea	Tipo	Buje	Barreno Máximo del Buje	C	X	Largo Total del Barreno	W	Peso sin Buje
3 3V 250 JA	2.50	2.41	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.3	4 3V 250 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.3
3 3V 265 JA	2.65	2.65	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.4	4 3V 265 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.4
3 3V 280 JA	2.80	2.75	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.5	4 3V 280 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.5
3 3V 300 JA	3.00	2.90	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.6	4 3V 300 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.6
3 3V 315 JA	3.15	3.00	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.7	4 3V 315 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.7
3 3V 335 JA	3.35	3.15	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.8	4 3V 335 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.8
3 3V 355 JA	3.55	3.35	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.9	4 3V 355 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	1.9
3 3V 375 JA	3.75	3.54	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.0	4 3V 375 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.0
3 3V 400 JA	4.00	3.86	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.2	4 3V 400 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.2
3 3V 425 JA	4.25	4.07	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.3	4 3V 425 JA	D-1	JA	1½	¾	¾	1¼	⅝	2.3
3 3V 450 SH	4.50	4.40	A-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.9	4 3V 450 SH	A-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.0
3 3V 475 SH	4.75	4.73	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.5	4 3V 475 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.6
3 3V 500 SH	5.00	4.90	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.6	4 3V 500 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	3.7
3 3V 530 SH	5.30	5.28	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.3	4 3V 530 SDS	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.3
3 3V 560 SH	5.60	5.50	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.4	4 3V 560 SDS	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.5
3 3V 600 SH	6.00	5.90	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.6	4 3V 600 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	4.8
3 3V 630 SH	6.30	6.30	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	4.8	4 3V 630 SH	D-1	SH	1⅝	⅝	⅜	1⅝	⅝	5.0
3 3V 670 SH	6.70	6.69	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	5.1	4 3V 670 SH	A-1	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	6.0
3 3V 710 SH	7.10	7.09	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	5.3	4 3V 710 SH	A-1	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	6.2
3 3V 750 SH	7.50	7.48	A-1	SDS	2	½	½	1½	½	5.5	4 3V 750 SH	A-1	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	6.4
3 3V 800 SH	8.00	8.00	A-2	SDS	2	½	½	1½	½	5.8	4 3V 800 SH	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	10.0
3 3V 850 SH	8.50	8.46	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	9.9	4 3V 850 SH	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	10.5
3 3V 900 SH	9.00	8.90	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	10.4	4 3V 900 SH	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	11.0
3 3V 950 SH	9.50	9.45	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	10.9	4 3V 950 SH	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	11.6
3 3V 1000 SH	10.00	9.84	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	11.5	4 3V 1000 SH	D-2	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	12.2
3 3V 1060 SH	10.60	10.55	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	12.8	4 3V 1060 SH	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	13.5
3 3V 1120 SH	11.20	11.02	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	13.9	4 3V 1120 SH	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	14.7
3 3V 1250 SH	12.50	12.40	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	15.8	4 3V 1250 SH	D-3	SH	2¼	¾	½	2¼	⅝	16.6
3 3V 1400 SK	14.00	13.78	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	18.0	4 3V 1400 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	19.0
3 3V 1600 SK	16.00	15.75	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	20.5	4 3V 1600 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	21.5
3 3V 1800 SK	18.00	17.72	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	23.3	4 3V 1800 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	24.3
3 3V 2000 SK	20.00	19.69	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	25.8	4 3V 2000 SK	D-3	SK	2¼	¾	½	2¼	⅝	26.8

Los pesos no incluyen los bujes. Vea la página B-7 para dimensiones adicionales de bujes.

Bujes "QD" de Acero

Martin

Bujes "JA" a "J" inclusive

Bujes "M" a "S" inclusive

Bujes "QD" — Acero

Barreno en Pulgadas

Barreno Milimétrico

Bujes QD de acero inoxidable están disponibles sobre pedido.

Bujes "QD" Estándar

Martin

Martin

PASO 3. Determinar la Relación de Velocidad
Divida el RPM del eje rápido entre el RPM del eje lento para determinar la relación de velocidad.
Ejemplo: 1,150 / 550 = 2.04

NOTA:
Si va a reemplazar una cadena o una transmisión de engrane, divida el número de dientes del impulsor o engrane mayor entre el número de dientes del menor. Si va a reemplazar una banda plana o una transmisión con banda-V convencional, divida el diámetro de la polea mayor entre el diámetro de la menor.

PASO 4. Elija los Diámetros de las Poleas
Los diámetros de paso de las poleas en existencia están listados en la Tabla 9. Si es necesario obtener un relación de velocidad no compatible con ambas poleas en existencia resulta más económico seleccionar un diámetro estándar de polea para la polea **más grande**.

A. El diámetro de una polea casi perfectamente fijo por la tolerancia, montadas con una flecha(s). Si nada limita los diámetros de la polea, comience con el "diámetro menor de la polea" en el **extremo superior** del rango recomendado del transmisor como se determina en la Tabla 7. De lo contrario es un motor eléctrico, es importante que el diámetro de la polea del motor sea mayor que el que se da en la Tabla 8.1.
Ejemplo: El menor diámetro de poleas 5V en existencia que se ajusta convenientemente como una polea motriz pequeña tiene un O.D. de 15". Esto es mayor que el mínimo de 10" recomendados para esta aplicación en la Tabla 8. Por lo tanto, 15" es un buen punto de partemos.

B. Calcule la velocidad de la banda proporcionada la siguiente fórmula: Velocidad de la Banda = .0 262 x (D.P. del impulsor polea) x (RPM de la misma polea). Para poleas de hierro dúctil estándar mismo velocidades, la velocidad de la banda no debe exceder de 5,500 pies por minuto. Consulte a la fábrica cuando la velocidad exceda los 6000 pies por minuto.
Ejemplo: Velocidad de la Banda = 0.262 x 15.96 x 1 150
Velocidad de la Banda = 4802.33

C. Para determinar el tamaño de la polea impulsada, multiplique el O.D. de la polea motriz por el rango de velocidad.
Ejemplo: 15.9" x 2.94 = 47.0"

NOTA:
Si trabaja con la poleas mayor como su base, divida el O.D. de la polea mayor entre la relación de velocidad. De esta modo obtendrá el O.D. de la polea menor.

D. Si la polea mayor no supera con un diámetro de exteriores más la Tabla 9 | arriba el siguientes diámetros pequeños de **existencia** y dentro entre la relación velocidad para determinar un nuevo diámetro pequeño de poleas. De esta modo sólo se necesitara pedir la polea pequeña por lo que se reducirá el costo de la transmisión.
Ejemplo: El O.D. de 47" no esta en existencia el siguiente tamaño pequeño es O.D. de 37.5". Por lo tanto, 37.5/2.94 = 12.8" O.D. para la **polea pequeña. (Ahora los tamaños de poleas son de 12.8" O.D. de la motriz y 37.5" O.D. de la impulsada.)**

NOTA:
Si el O.D. de la polea pequeña se reduce mediante el procedimiento anterior, vuelva a revisar el tamaño mínimo de la polea motriz motor eléctrico. También vuelva a revisar la velocidad de la banda utilizando como base la polea mayor. Ahora = 12" velocidad de la Banda = 0.262 x 37.4 x 385 = 3870.53.

PASO 5. Determine la Distancia de Centros y el Largo de la Banda
A. Cuando no se especifique la distancia de centros requerida, utilice $\frac{D+3d}{2}$ donde D = O.D. de la polea mayor y d = O.D. de la polea menor, o bien utilice el O.D. de la polea mayor (el que sea más grande) como la distancia de centros preliminar. Para calcular el largo estándar de la bandas cuando se conoce la de centros.

Largo de Banda = 2C + 1.57 (D + d) + $\frac{(D-d)^2}{4C}$
Donde D = Diámetro de Poleas.
Ejemplo: La distancia de centros requerida que se especifica en los datos originales es de 96" x 48". Por lo tanto utilice un centro de 48". Si no fijaran una distancia de centros especificada, podría utilizar:
2 (...) = 27.48" como se determina

Largo de Banda = 2 x 48" + 1.57 (37.5 + 15.9) + $\frac{(37.5 - 15.9)^2}{4 \times 48}$
= 190.6 pulgadas

La Tabla 10 indica que el largo estándar en existencia más cercano para bandas 5V es de 180 pulgadas. Utilice el siguiente paso para determinar la distancia de centros correcta antes que ordene el largo de la banda.

B. Para calcular la distancia de centros cuando se conoce el largo de la banda.
Distancia de Centro =
$c = \frac{1.57 (D + d) - B}{8} + \frac{(D-d)^2}{8}$

Donde: D = O.D. de la polea mayor
d = O.D. de la polea menor
C = Distancia de centros
L = largo de la banda
B = Relación de velocidad

Ejemplo: Utilizando el largo de banda un existente 5V1800 de 180 pulgadas:
Distancia de Centros = $\frac{-37.5 + 15.9}{8} + \sqrt{\left(\frac{37.5 + 15.9}{8}\right)^2 - \frac{(37.5 - 15.9)^2}{8}}$
$= \frac{-21.6}{8} + \sqrt{(7.3)^2 - 1.621}$
$= -2.7 + \sqrt{51.29 - 2.7}$
$= 89.3$ pulgadas

PASO 6. Determine el Número Requerido de Bandas
A. Observe la Tabla 11, "Factor de Corrección de Arco "G" ". El valor que representa la diferencia de los diámetros exteriores de la polea (mostrados entre las distancias de centros se encuentra en la primera columna. Bajo la columna dentro se muestran los centros que se aproximan a ejuestes encontrados en el PASO 5. Interpolamos como es necesario. Este figura es su factor de corrección de arco de contacto.
Ejemplo: El factor de corrección de arco de contacto es:
$\frac{(37.5 - 15.9)}{96.0} \times \frac{.029}{.029}$ Factor = .96
Por Interpolación

B. Remítase a las tablas de rango de caballos de fuerza tabulados y lea hacia abajo en la primera columna de la tabla de selección de cruce apropiado hasta llegar al RPM del eje rápido. Inmediatamente a la derecha se relacionan encuentra. Elija la columna que se titula "Diámetro Exterior de Polea" hasta llegar al diámetro de su polea menor (motriz o impulsor en caso de ser necesario) para encontrar los caballos de fuerza de banda por banda.
Ejemplo: La tabla de rangos para caballos de fuerza tabulados para las bandas 5V indica caballos de fuerza por banda de 27.79 (por interpolación, entre 12.5 x 13.0 O.E. — donde 13.0" tiene un caballo de fuerza de 26.20 y 12.5/8" tiene un caballos de fuerza de 28.43; entonces 28.20 – 26.42 = 1.77 ÷ 7 x 3 = 26.43 + 27.79).

C. Continúe en la misma línea de los caballos de fuerza por banda hasta la columna que se titula "Añada HP para Relación de velocidad". Bajo la columna apropiada de relación de velocidad encontrara los caballos de fuerza adicionales por banda que deberá añadir a su relación de velocidad particular.
Ejemplo: El HP adicional por banda para una relación de velocidad de 2.04 es de 1.26.
Por lo tanto, la proporción de HP por banda = 27.19 + 1.26 = 28.45

D. Multiplique la proporción de HP por banda por el factor de corrección de largo de banda que ventilan se encuentra en la tabla 10 (después, 204 el factor de corrección arco encontrado en el PASO 6A.
Ejemplo: La Tabla 10 también muestra el factor de corrección de largo como 1.04 por la banda, el HP por banda corregido = 28.45 x 1.04 x .96 = 28.60

E. Divida el diseño de HP por el HP por banda corregido para obtener el número de bandas requeridas. Cuando su resultado contenga una fracción, redondee al siguiente número entero.
Ejemplo: $\frac{30.0}{28.60}$ = 3.09 = 4 Bandas

PASO 7. Solicite a Martin
(1) Hacha, sobre centro-4 5/ 12808
(1) Buje E 2¼
(1) a SV 2750 F
(1) Buje F 2 ⅞

NOTA:
La elección de los bujes OD fue arbitraria. También disponible en Buje Taper.

Tabla 9 — Diámetros de Poleas en Existencia

A		B		C		D		3V		5V		8V	
Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso	Diám. Exterior	Hasta Paso
2.65	3.0	3.75	3.9	5.4	5.8	12.8	13.3	3.35	3.75	4.55	4.95	12.5	13.3
3.05	3.2	3.95	3.9	5.9	6.3	13.8	14.8	3.75	3.95	4.95	5.35	13.3	14.2
3.25	3.4	4.15	4.3	6.3	6.7	14.7	15.2	3.95	4.15	5.35	5.75	14.2	15.0
3.45	3.6	4.35	4.5	6.7	7.0	14.9	15.7	4.15	4.35	5.75	6.15	15.0	15.8
3.65	3.8	4.55	4.9	7.0	7.4	15.7	16.1	4.35	4.55	6.15	6.55	15.8	16.6
3.85	4.0	4.75	4.9	7.4	7.8	16.1	16.9	4.55	4.75	6.55	6.95	16.6	17.4
4.05	4.2	4.95	5.1	7.8	8.2	16.9	17.3	4.75	4.95	6.95	7.35	17.4	18.2
4.25	4.4	5.15	5.3	8.2	8.5	17.3	18.0	4.95	5.15	7.35	7.75	18.2	19.0
4.45	4.6	5.35	5.5	8.5	8.9	18.0	18.8	5.15	5.35	7.75	8.15	19.0	19.8
4.65	4.8	5.55	5.7	8.9	9.3	18.8	19.2	5.35	5.55	8.15	8.55	19.8	20.6
4.85	5.0	5.75	5.9	9.3	9.6	19.2	19.9	5.55	5.75	8.55	8.95	20.6	21.3
5.05	5.2	5.95	6.2	9.6	10.0	19.9	20.7	5.75	5.95	8.95	9.35	21.3	22.1
5.25	5.4	6.15	6.4	10.0	10.4	20.7	21.1	5.95	6.15	9.35	9.75	22.1	22.9
5.45	5.6	6.35	6.6	10.4	10.7	21.1	21.9	6.15	6.35	9.75	10.15	22.9	23.7
5.65	5.8	6.55	6.8	10.7	11.1	21.9	22.6	6.35	6.55	10.15	10.55	23.7	24.5
5.85	6.0	6.75	6.9	11.1	11.5	22.6	23.4	6.55	6.75	10.55	10.95	24.5	25.2
6.05	6.2	6.95	7.1	11.5	11.8	23.4	24.2	6.75	6.95	10.95	11.35	25.2	26.0
6.25	6.4	7.15	7.3	11.8	12.2	24.2	24.9	6.95	7.15	11.35	11.75	26.0	26.8
6.45	6.6	7.35	7.5	12.2	12.6	24.9	25.7	7.15	7.35	11.75	12.15	26.8	27.6
6.65	6.8	7.55	7.7	12.6	12.9	25.7	26.5	7.35	7.55	12.15	12.55	27.6	28.4
6.85	7.0	7.75	7.9	12.9	13.3	26.5	27.2	7.55	7.75	12.55	12.95	28.4	29.1
7.05	7.2	7.95	8.1	13.3	13.7	27.2	28.0	7.75	7.95	12.95	13.35	29.1	29.9
7.25	7.4	8.15	8.3	13.7	14.0	28.0	28.8	7.95	8.15	13.35	13.75	29.9	30.7
7.45	7.6	8.35	8.5	14.0	14.4	28.8	29.5	8.15	8.35	13.75	14.15	30.7	31.5
7.65	7.8	8.55	8.6	14.4	14.8	29.5	30.3	8.35	8.55	14.15	14.55	31.5	32.3
7.85	8.0	8.75	8.8	14.8	15.1	30.3	31.1	8.55	8.75	14.55	14.95	32.3	33.0
8.05	8.2	8.95	9.0	15.1	15.5	31.1	31.8	8.75	8.95	14.95	15.35	33.0	33.8
8.25	8.4	9.15	9.2	15.5	15.9	31.8	32.6	8.95	9.15	15.35	15.75	33.8	34.6
8.45	8.6	9.35	9.4	15.9	16.2	32.6	33.4	9.15	9.35	15.75	16.15	34.6	35.4
8.65	8.8	9.55	9.6	16.2	16.6	33.4	34.1	9.35	9.55	16.15	16.55	35.4	36.1
8.85	9.0	9.75	9.8	16.6	16.9	34.1	34.9	9.55	9.75	16.55	16.95	36.1	36.9
9.05	9.2	9.95	10.1	16.9	17.3	34.9	35.7	9.75	9.95	16.95	17.35	36.9	37.7
9.25	9.4	10.15	10.3	17.3	17.7	35.7	36.4	9.95	10.15	17.35	17.75	37.7	38.5
9.45	9.6	10.35	10.5	17.7	18.0	36.4	37.2	10.15	10.35	17.75	18.15	38.5	39.2
9.65	9.8	10.55	10.7	18.0	18.4	37.2	38.0	10.35	10.55	18.15	18.55	39.2	40.0
9.85	10.0	10.75	10.9	18.4	18.8	38.0	38.7	10.55	10.75	18.55	18.95	40.0	40.8
10.05	10.2	10.95	11.1	18.8	19.1	38.7	39.5	10.75	10.95	18.95	19.35	40.8	41.6
10.25	10.4	11.15	11.3	19.1	19.5	39.5	40.3	10.95	11.15	19.35	19.75	41.6	42.3
10.45	10.6	11.35	11.5	19.5	19.9	40.3	41.0	11.15	11.35	19.75	20.15	42.3	43.1
10.65	10.8	11.55	11.7	19.9	20.2	41.0	41.8	11.35	11.55	20.15	20.55	43.1	43.9
10.85	11.0	11.75	11.9	20.2	20.6	41.8	42.6	11.55	11.75	20.55	20.95	43.9	44.7
11.05	11.2	11.95	12.1	20.6	21.0	42.6	43.3	11.75	11.95	20.95	21.35	44.7	45.4
11.25	11.4	12.15	12.3	21.0	21.3	43.3	44.1	11.95	12.15	21.35	21.75	45.4	46.2
11.45	11.6	12.35	12.5	21.3	21.7	44.1	44.9	12.15	12.35	21.75	22.15	46.2	47.0
11.65	11.8	12.55	12.7	21.7	22.1	44.9	45.6	12.35	12.55	22.15	22.55	47.0	47.8
11.85	12.0	12.75	12.9	22.1	22.4	45.6	46.4	12.55	12.75	22.55	22.95	47.8	48.5
12.05	12.2	12.95	13.1	22.4	22.8	46.4	47.2	12.75	12.95	22.95	23.35	48.5	49.3
12.25	12.4	13.15	13.3	22.8	23.2	47.2	47.9	12.95	13.15	23.35	23.75	49.3	50.1
12.45	12.6	13.35	13.5	23.2	23.5	47.9	48.7	13.15	13.35	23.75	24.15	50.1	50.9
12.65	12.8	13.55	13.7	23.5	23.9	48.7	49.5	13.35	13.55	24.15	24.55	50.9	51.6
12.85	13.0	13.75	13.9	23.9	24.3	49.5	50.2	13.55	13.75	24.55	24.95	51.6	52.4
13.05	13.2	13.95	14.1	24.3	24.6	50.2	51.0	13.75	13.95	24.95	25.35	52.4	53.2
13.25	13.4	14.15	14.3	24.6	25.0	51.0	51.8	13.95	14.15	25.35	25.75	53.2	53.9
13.45	13.6	14.35	14.5	25.0	25.4	51.8	52.5	14.15	14.35	25.75	26.15	53.9	54.7
13.65	13.8	14.55	14.7	25.4	25.7	52.5	53.3	14.35	14.55	26.15	26.55	54.7	55.5
13.85	14.0	14.75	14.9	25.7	26.1	53.3	54.1	14.55	14.75	26.55	26.95	55.5	56.2
14.05	14.2	14.95	15.1	26.1	26.5	54.1	54.8	14.75	14.95	26.95	27.35	56.2	57.0
14.25	14.4	15.15	15.3	26.5	26.8	54.8	55.6	14.95	15.15	27.35	27.75	57.0	57.8
14.45	14.6	15.35	15.5	26.8	27.2	55.6	56.4	15.15	15.35	27.75	28.15	57.8	58.6
14.65	14.8	15.55	15.7	27.2	27.6	56.4	57.1	15.35	15.55	28.15	28.55	58.6	59.3
14.85	15.0	15.75	15.9	27.6	27.9	57.1	57.9	15.55	15.75	28.55	28.95	59.3	60.1
15.05	15.2	15.95	16.1	27.9	28.3	57.9	58.7	15.75	15.95	28.95	29.35	60.1	60.9
15.25	15.4	16.15	16.3	28.3	28.7	58.7	59.4	15.95	16.15	29.35	29.75	60.9	61.7
15.45	15.6	16.35	16.5	28.7	29.0	59.4	60.2	16.15	16.35	29.75	30.15	61.7	62.4
15.65	15.8	16.55	16.7	29.0	29.4	60.2	61.0	16.35	16.55	30.15	30.55	62.4	63.2
15.85	16.0	16.75	16.9	29.4	29.8	61.0	61.7	16.55	16.75	30.55	30.95	63.2	64.0
16.05	16.2	16.95	17.1	29.8	30.1	61.7	62.5	16.75	16.95	30.95	31.35	64.0	64.8
16.25	16.4	17.15	17.3	30.1	30.5	62.5	63.3	16.95	17.15	31.35	31.75	64.8	65.5
16.45	16.6	17.35	17.5	30.5	30.9	63.3	64.0	17.15	17.35	31.75	32.15	65.5	66.3
16.65	16.8	17.55	17.7	30.9	31.2	64.0	64.8	17.35	17.55	32.15	32.55	66.3	67.1
16.85	17.0	17.75	17.9	31.2	31.6	64.8	65.6	17.55	17.75	32.55	32.95	67.1	67.9
17.05	17.2	17.95	18.1	31.6	32.0	65.6	66.3	17.75	17.95	32.95	33.35	67.9	68.6

Los tamaños con un número arriba de las líneas gruesas se recomiendan generalmente para poleas motrices.

Tabla 10 — Largo Exterior de Banda Efectivo y Factores de Corrección

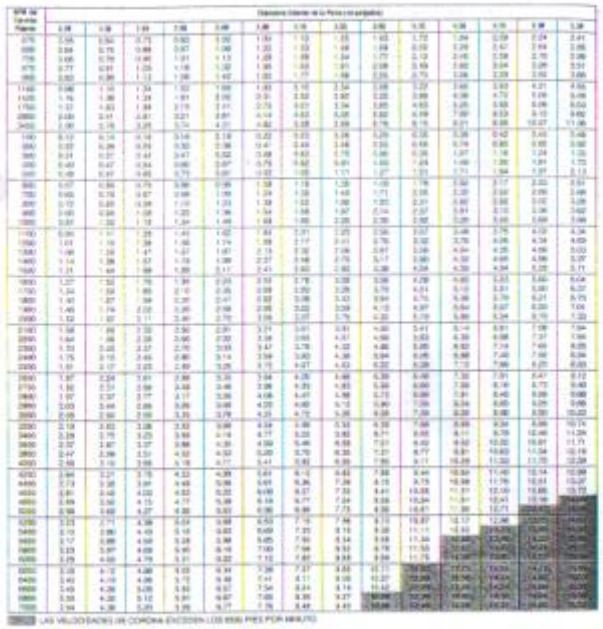
A			B			C			D			3V			5V			8V		
No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección	No. de Banda	Largo Exter.	Factor de Corrección
A 26	33.1	0.81	B 35	37.5	0.76	C 51	49.1	0.80	D 101	100.2	0.86	3V250	25.0	0.83	5V500	50.0	0.83	8V1120	112.0	0.87
A 31	38.1	0.85	B 38	40.5	0.78	C 55	53.1	0.82	D 105	104.2	0.87	3V265	26.5	0.84	5V530	53.0	0.84	8V1180	118.0	0.88
A 35	42.1	0.87	B 42	44.5	0.80	C 60	58.1	0.84	D 112	111.2	0.88	3V280	28.0	0.85	5V560	56.0	0.87	8V1250	125.0	0.89
A 38	45.1	0.89	B 46	48.5	0.82	C 68	66.1	0.87	D 120	119.2	0.90	3V300	30.0	0.86	5V600	60.0	0.88	8V1320	132.0	0.90
A 42	49.1	0.90	B 48	50.5	0.83	C 75	73.1	0.89	D 128	127.2	0.91	3V315	31.5	0.87	5V630	63.0	0.89	8V1400	140.0	0.91
A 46	53.1	0.92	B 51	53.5	0.85	C 81	79.1	0.90	D 136	135.2	0.92	3V335	33.5	0.88	5V670	67.0	0.90	8V1500	150.0	0.92
A 51	58.1	0.93	B 55	57.5	0.87	C 85	83.1	0.91	D 144	143.2	0.93	3V355	35.5	0.89	5V710	71.0	0.91	8V1600	160.0	0.93
A 55	62.1	0.94	B 60	62.5	0.88	C 90	88.1	0.92	D 158	157.2	0.94	3V375	37.5	0.90	5V750	75.0	0.92	8V1700	170.0	0.94
A 60	67.1	0.95	B 64	66.5	0.89	C 96	94.1	0.93	D 173	172.2	0.95	3V400	40.0	0.91	5V800	80.0	0.93	8V1800	180.0	0.95
A 68	75.1	0.96	B 68	70.5	0.90	C 105	103.1	0.94	D 180	179.2	0.96	3V425	42.5	0.92	5V850	85.0	0.94	8V1900	190.0	0.96
A 75	82.1	0.97	B 75	77.5	0.92	C 112	110.1	0.95	D 210	209.2	0.98	3V450	45.0	0.93	5V900	90.0	0.95	8V2000	200.0	0.97
A 80	87.1	0.98	B 80	82.5	0.93	C 120	118.1	0.96	D 240	239.2	1.00	3V475	47.5	0.94	5V950	95.0	0.96	8V2120	212.0	0.98
A 85	92.1	0.99	B 85	87.5	0.94	C 128	126.1	0.97	D 270	269.2	1.01	3V500	50.0	0.95	5V1000	100.0	0.97	8V2240	224.0	0.99
A 90	97.1	1.00	B 90	92.5	0.95	C 136	134.1	0.98	D 300	299.2	1.02	3V530	53.0	0.96	5V1060	106.0	0.98	8V2360	236.0	1.00
A 95	102.1	1.01	B 96	98.5	0.96	C 144	142.1	0.99	D 330	329.2	1.03	3V560	56.0	0.97	5V1120	112.0	0.99	8V2500	250.0	1.01
A 97	104.1	1.02	B 97	99.5	0.97	C 158	156.1	1.00	D 360	359.2	1.04	3V600	60.0	0.98	5V1180	118.0	1.00	8V2650	265.0	1.02
A 105	112.1	1.03	B 105	107.5	0.98	C 162	160.1	1.01	D 390	389.2	1.05	3V630	63.0	0.99	5V1250	125.0	1.01	8V2800	280.0	1.03
A 112	119.1	1.04	B 112	114.5	0.99	C 173	171.1	1.02	D 420	419.2	1.06	3V670	67.0	1.00	5V1320	132.0	1.02	8V3000	300.0	1.04
A 120	127.1	1.05	B 120	122.5	1.00	C 180	178.1	1.03	D 480	479.2	1.07	3V710	71.0	1.01	5V1400	140.0	1.03	8V3150	315.0	1.05
A 128	135.1	1.06	B 128	130.5	1.01	C 195	193.1	1.04	D 540	539.2	1.08	3V750	75.0	1.02	5V1500	150.0	1.04	8V3350	335.0	1.06
A 136	143.1	1.07	B 136	138.5	1.02	C 210	208.1	1.05	D 600	599.2	1.09	3V800	80.0	1.03	5V1600	160.0	1.05	8V3550	355.0	1.07
A 144	151.1	1.08	B 144	146.5	1.03	C 240	238.1	1.06	D 660	659.2	1.10	3V850	85.0	1.04	5V1700	170.0	1.06	8V3750	375.0	1.08
A 158	165.1	1.09	B 158	160.5	1.04	C 270	268.1	1.07	D 720	719.2	1.11	3V900	90.0	1.05	5V1800	180.0	1.07	8V4000	400.0	1.09
A 173	180.1	1.10	B 173	175.5	1.05	C 300	298.1	1.08	D 780	779.2	1.12	3V950	95.0	1.06	5V1900	190.0	1.08	8V4250	425.0	1.10
A 180	187.1	1.11	B 180	182.5	1.06	C 330	328.1	1.09	D 840	839.2	1.13	3V1000	100.0	1.07	5V2000	200.0	1.09	8V4500	450.0	1.11
A 210	217.1	1.12	B 210	212.5	1.07	C 360	358.1	1.10	D 900	899.2	1.14	3V1060	106.0	1.08	5V2120	212.0	1.10	8V4750	475.0	1.12
A 240	247.1	1.13	B 240	242.5	1.08	C 390	388.1	1.11	D 960	959.2	1.15	3V1120	112.0	1.09	5V2240	224.0	1.11	8V5000	500.0	1.13
A 270	277.1	1.14	B 270	272.5	1.09	C 420	418.1	1.12	D 1020	1019.2	1.16	3V1180	118.0	1.10	5V2360	236.0	1.12			
			B 300	302.5	1.10	C 480	478.1	1.13				3V1250	125.0	1.11	5V2500	250.0	1.13			
			B 330	332.5	1.11	C 540	538.1	1.14				3V1320	132.0	1.12	5V2650	265.0	1.14			
			B 360	362.5	1.12	C 600	598.1	1.15				3V1400	140.0	1.13	5V2800	280.0	1.15			
			B 390	392.5	1.13							3V1500	150.0	1.14	5V3000	300.0	1.16			
			B 420	422.5	1.14							3V1600	160.0	1.15	5V3150	315.0	1.17			
			B 480	482.5	1.15							3V1700	170.0	1.16	5V3350	335.0	1.18			
			B 540	542.5	1.16							3V1800	180.0	1.17	5V3550	355.0	1.19			
			B 600	602.5	1.17							3V1900	190.0	1.18	5V3750	375.0	1.20			
												3V2000	200.0	1.19	5V4000	400.0	1.21			
												3V2120	212.0	1.20	5V4250	425.0	1.22			
												3V2240	224.0	1.21	5V4500	450.0	1.23			
												3V2360	236.0	1.22	5V4750	475.0	1.24			
												3V2500	250.0	1.23	5V5000	500.0	1.25			
												3V2650	265.0	1.24						
												3V2800	280.0	1.25						
												3V3000	300.0	1.26						
												3V3150	315.0	1.27						
												3V3350	335.0	1.28						
												3V3550	355.0	1.29						
												3V3750	375.0	1.30						
												3V4000	400.0	1.31						

Tabla 11 — Factor de Corrección "G" para Arco

D-d / C	Contacto de Arco Aproximado en Polea Pequeña	Factor "G"
.00	180	1.00
.10	174	.99
.20	169	.97
.30	163	.96
.40	157	.94
.50	151	.93
.60	145	.91
.70	139	.89
.80	133	.87
.90	127	.85
1.00	120	.82
1.10	113	.80
1.20	106	.77
1.30	99	.73
1.40	91	.70
1.50	83	.65

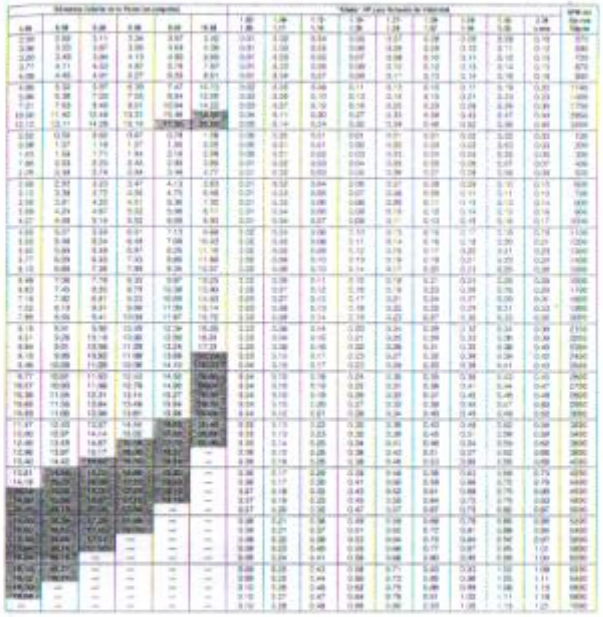
3VX Rangos Básicos de HP para Banda

Martin



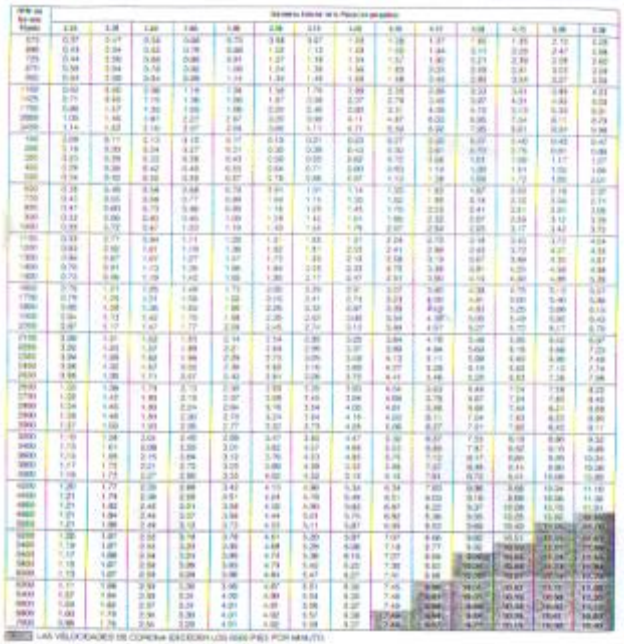
Martin

Rangos Básicos de HP para Banda 3VX



3V Rangos Básicos de HP para Banda

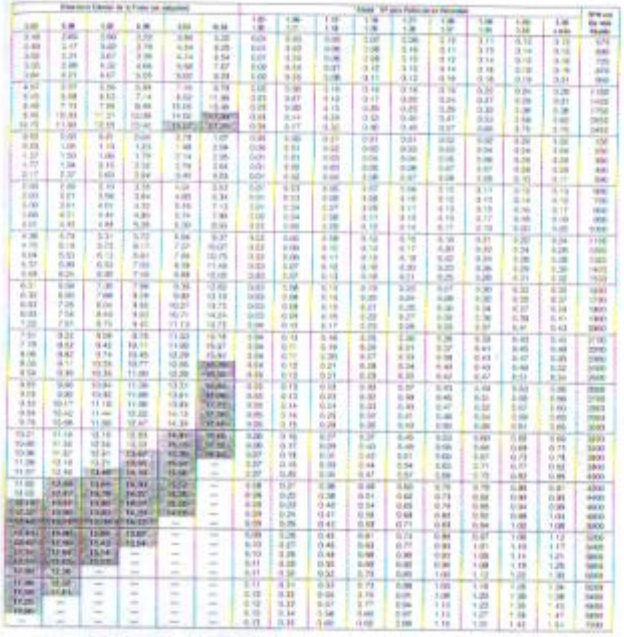
Martin



LAS VELOCIDADES DE CORREA EXCEDEN LOS 6000 PIES POR MINUTO

Martin

Rangos Básicos de HP para Banda 3V



APENDICE M

DETERGENTE Y FILTRO

BH-38

DESENGRASANTE PARA TRABAJOS PESADOS
Biodegradable - Libre de Fosfatos

Spartan

El nuevo **BH-38 Ecológico** mantiene y mejora las cualidades de limpieza en los lugares más difíciles en forma fácil y rápida.
El sinergismo obtenido con sus nuevos componentes, lo hacen más eficaz en su función de desengrasante para trabajos pesados.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es económico ya que su gran poder de acción para disolver toda clase de materia grasa animal y vegetal permite mayor dilución sin que pierda sus cualidades de limpieza en comparación con otros productos.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es seguro y versátil, ya que es un detergente no inflamable y en formulación se han incorporado inhibidores inorgánicos de corrosión de metales, evitando que dañe superficies de fierro y acero.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es el resultado de estudios en su formulación para obtener un producto que cumpla con las normas y exigencias internacionales del cuidado del medio ambiente.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es biodegradable significa que sus tensioactivos se degradan en forma natural al tomar contacto con el medio ambiente.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es libre de fosfatos, significa que previene el crecimieto desmedido de algas en los receptores y afluentes naturales de agua, protegiendo el habitat natural de la flora y fauna.

Nuevo **BH-38 Ecológico** es ideal para ser usado en garages, maestranzas, talleres de mantención, estaciones de servicio, cocinas, procesadoras de alimentos; en el desengrase de todo tipo de equipos, partes, piezas y limpieza en general.

INSTRUCCIONES DE USO:
Puede ser aplicado utilizando escobilla, pulverizado o trapero, dependiendo de la superficie a limpiar.
Recomendamos al usuario experimentar con diferentes diluciones antes de establecer un procedimiento de limpieza. En muchos casos, debido a la gran eficacia del producto, tal trabajo se conseguirá diluyéndolo en más agua, proporcionando con ello una mayor economía. Después de limpiar la superficie debe ser enjuagada a fondo.

Debe emplearse con precaución en áreas pintadas debido a que contiene solvente (Butoxietanol).

BH-38

PRECAUCIONES:
En caso de contacto DERMICO, lavar con abundante agua el área afectada, posteriormente, aplicar crema humectante.
En caso de contacto OCULAR, lavar por 15 minutos con abundante agua, si la irritación persiste, consulte a un médico.
En caso de INGESTION, dar a beber jugos cítricos, inducir vómitos, consulte a un médico.

MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
MANTENGA EL ENVASE ORIGINAL CERRADO.

GARANTIA:
Métodos modernos de producción y un riguroso control de laboratorio aseguran siempre una calidad uniforme. De esta forma todos los productos manufacturados por Spartan de Chile Ltda., están incondicionalmente garantizados para dar completa satisfacción al usuario.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. Total agentes activos: 11.6 mínimo	7. Aceite libre: Ninguno
2. pH (concentrado):11.8 - 12.3	8. Punto de inflamación (copa - Cleveland): Ninguno
3. Peso específico a 24ºC: 1,045	9. Estabilidad de almacenamiento: a. En condiciones normales: 1año mínimo b. En condiciones extremas: 2 meses mínimo
4. Viscosidad: Fluidez del agua (a 24ºC)	10. Miscibilidad: Completamente soluble en todas las proporciones con agua caliente o fría; forma emulsiones con aceite y disolventes insolubles en agua.
5. Punto de turbiedad: Claro hasta 1º bajo cero	11. Enjuagabilidad: Se enjuaga libremente con agua fría y no deja película alguna.
6. Solventes contenidos: Butoxi - etanol	12.- Biodegradable - Libre de Fosfatos

APLICACIONES	BH-38	AGUA
Motores Diesel	1parte	1 parte
Motores máquinas, equipos	1	2
Limpieza y descarbonizado de culatas y pistones de aluminio	puro	
Desengrase de piezas mecánicas por inmersión	puro	
Maquinaria pesada	1	5
Limpieza interior y exterior de aviones	1	5
Limpieza de hornos	1	3
Limpieza de pisos con grasa	1	1
Limpieza de filtros y conductos de aire acondicionado	1	5
Limpieza de filtros de aire	1	2
Ladrillos, hormigón	1	2
Limpieza de paredes de cocina, azulejos, mármol, terrazo, etc.	1	7
Limpieza de campanas de extracción de humo	1	2
Limpieza de prensas de imprenta	1	4
Limpieza de prendas de goma	1	3
Limpieza de piezas de aluminio y acero inoxidable	1	10
Limpieza de piscinas	1	5

Spartan

Spartan del Ecuador
Productos Químicos S.A.
Licencia de Spartan Chemical Co.Inc
www.spartanchemical.com
Guayaquil: Calle Vernaza Norte Mz. 12 Solar 21
PBX: 2300011 Fax: [illegible]
Casilla 4702 E-mail: spartan@spartanecuador.com
Quito: Av. Eloy Alfaro y Calle Los Eucaliptos (esq.)
Telfs.: [illegible]
Machala: Pichincha No. 401 entre Colón y Tarqui
Telf.: [illegible]
Cuenca: Calle Vega 13-66 y Tucumán - Teléfono: [illegible]

MESH CHART

Mesh	Length of one side of screen (mm)	Thickness of wire (mm)
3	6.68	1.8
4	4.70	1.6
6	3.33	0.9
8	2.36	0.8
10	1.65	0.9
14	1.17	0.6
20	0.83	0.43

Mesh	Length of one side of screen (mm)	Thickness of wire (mm)
25	0.59	0.31
35	0.42	0.30
48	0.30	0.23
65	0.21	0.18
100	0.15	0.10
150	0.10	0.07
200	0.07	0.05

HANDLING ABRASIVES

landling abrasive with a positive displacement pump is generally considered a tricky application. A rule of thumb is to oversize the pump and operate slower. This also applies to air-operated double diaphragm and solids handling rotary pumps. The key to handling abrasives is wear versus time, and internal fluid velocities which induce wear and accelerate erosion. With a diaphragm pump, solids; within the maximum size and percent, are handled well. However; the wearing components of a pump operating at 30 strokes per minute will be considerably less than that of a smaller pump operating at 130 strokes per minute. While initial costs may be less, another good rule of thumb is (decrease speed by half, increase life by a factor of six or more).