

ANEXO 1

ANÁLISIS DE LA BOSTA

INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Ensayo de Análisis Inmediato y Poder calorífico en una (01) muestra de bosta, solicitado por el *Laboratorio de Energía*

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA RECEPCIONADA

La muestra de bosta estaba compuesta por una porción de material pulverizable y otra no (hierba seca).

Las determinaciones se han realizado utilizando porciones lo más representativa posibles.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO

Los métodos utilizados han sido aquellos para carbón, al no disponer de una norma específica para éste producto.

Humedad - ASTM D 3173
 Materia Volátil - ASTM D 3175
 Cenizas - ASTM D 3174
 Poder calorífico - ASTM D 2015

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

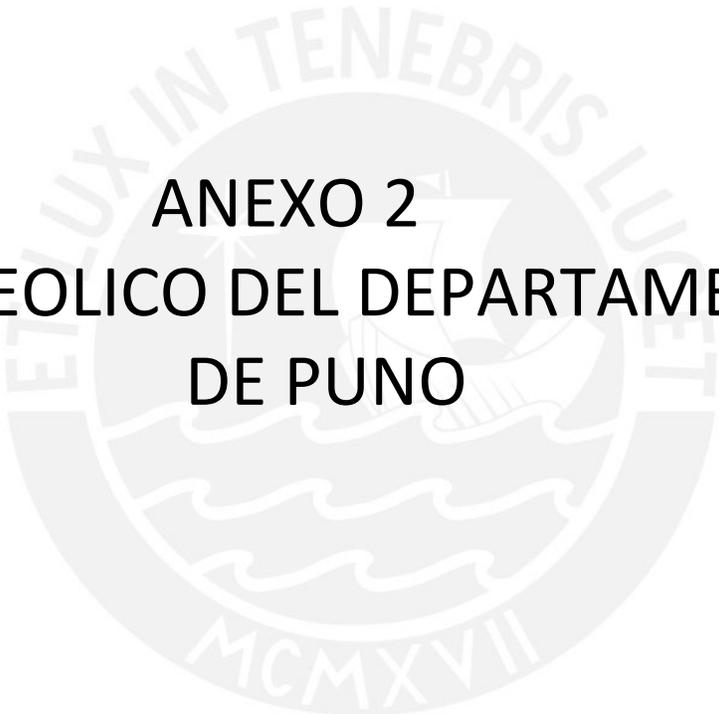
Muestra Carbón MEPSA	Base Húmeda	Base Seca
Humedad (%)	12.36	-----
Materia Volátil (%)	59.23	67.58
Cenizas (%)	13.21	15.07
Carbono Fijo (%)	15.20	17.35
Poder calorífico (cal/g)	3829.1	4369.0
Poder calorífico (BTU/lb)	6892.3	7864.3

Sección Ingeniería de Minas



Delia Ho

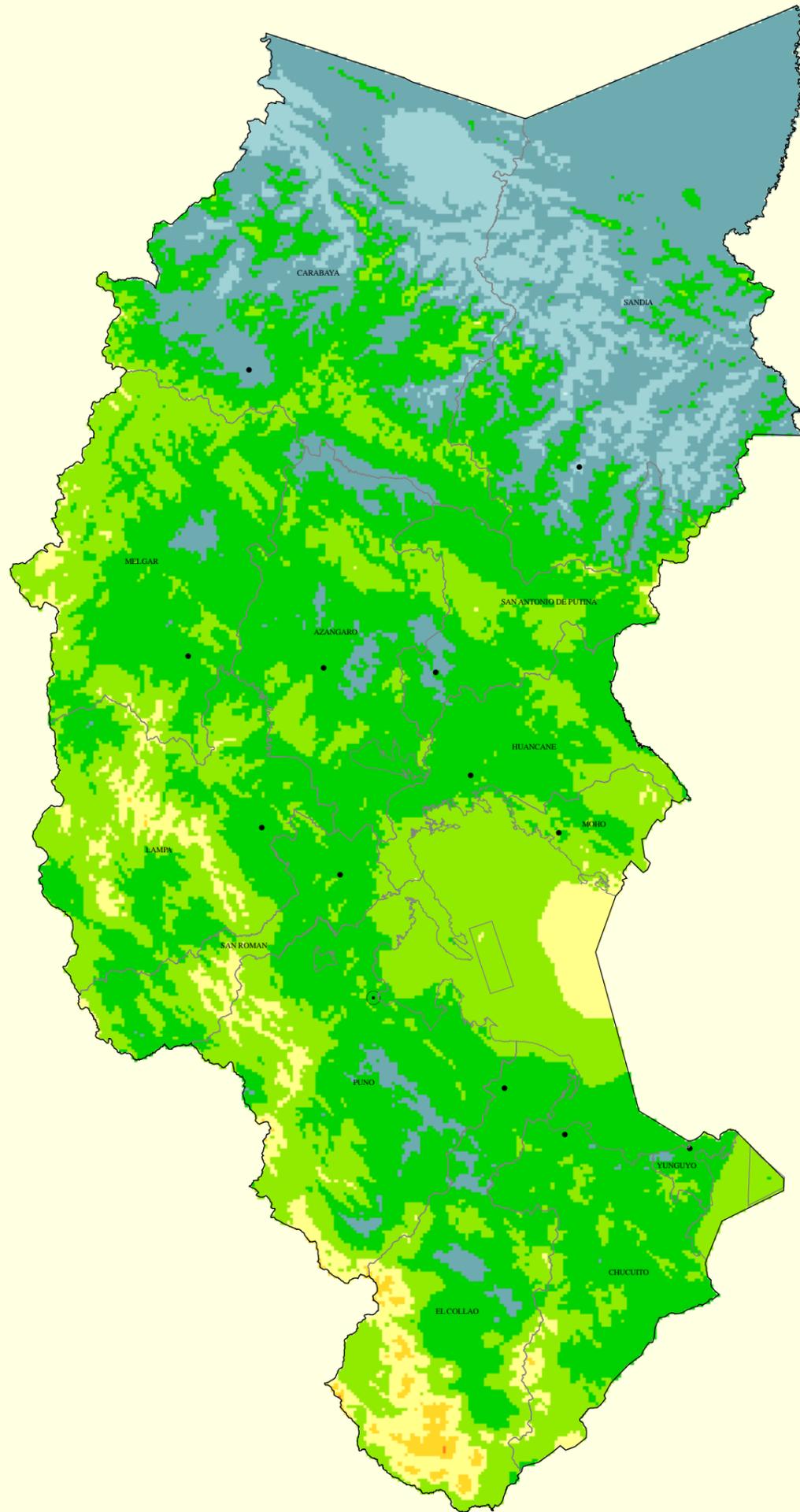
Sección Ingeniería de Minas

A large, faint watermark of the university's logo is centered on the page, behind the main title. It contains the Latin motto "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" at the top and "MCMXVII" at the bottom.

ANEXO 2

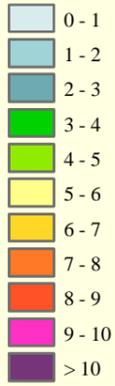
MAPA EOLICO DEL DEPARTAMENTO DE PUNO

PUNO



Viento medio a 80 m

m/s



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
DIRECCIÓN DE FONDOS CONCURSABLES

ATLAS EÓLICO DEL PERÚ

VIENTO MEDIO ANUAL A 80 m
DEPARTAMENTO DE PUNO

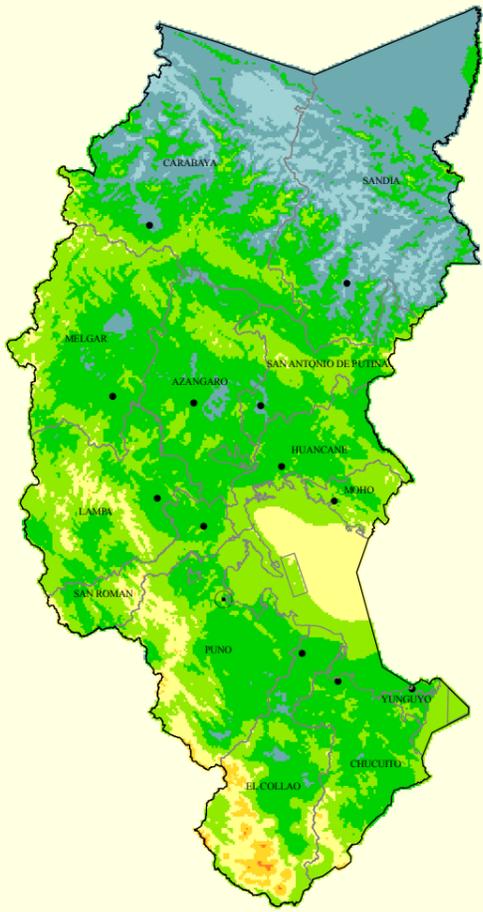
LIMA - PERÚ
OCTUBRE DE 2008



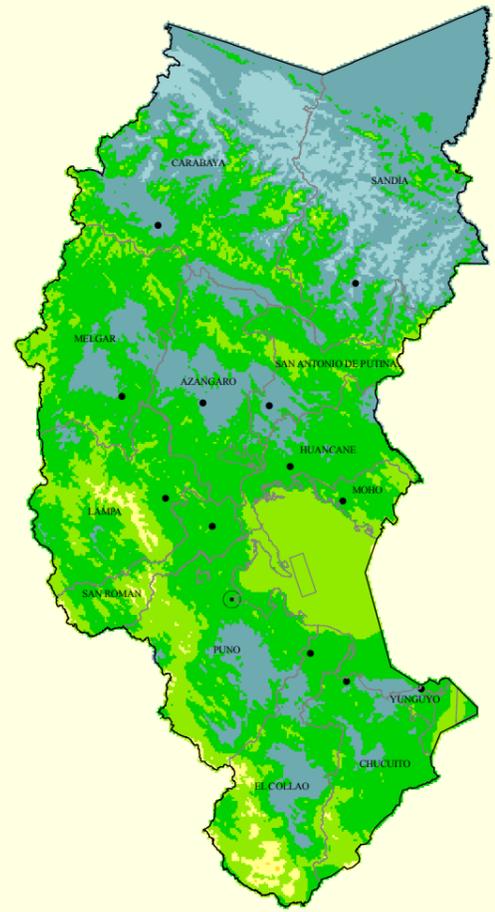
Base cartográfica:
Carta Nacional del Perú, Límites departamentales
Proyección: Geográfica, Datum WGS84



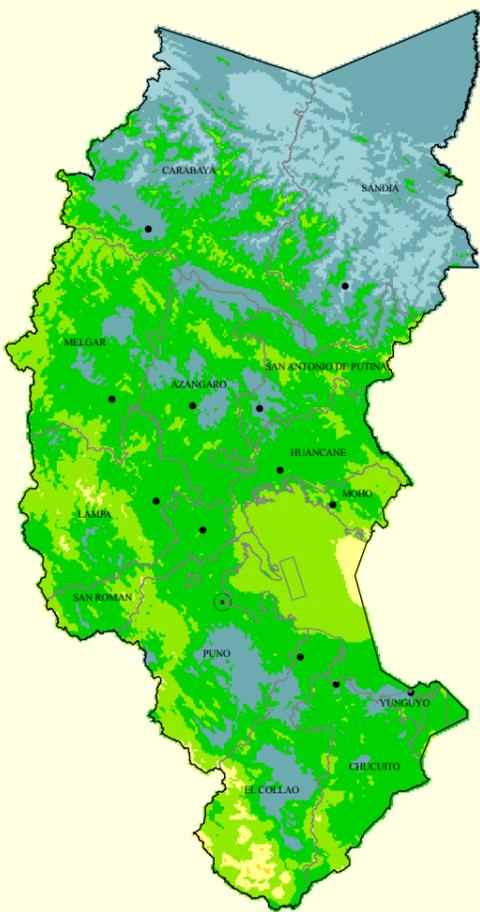
PUNO



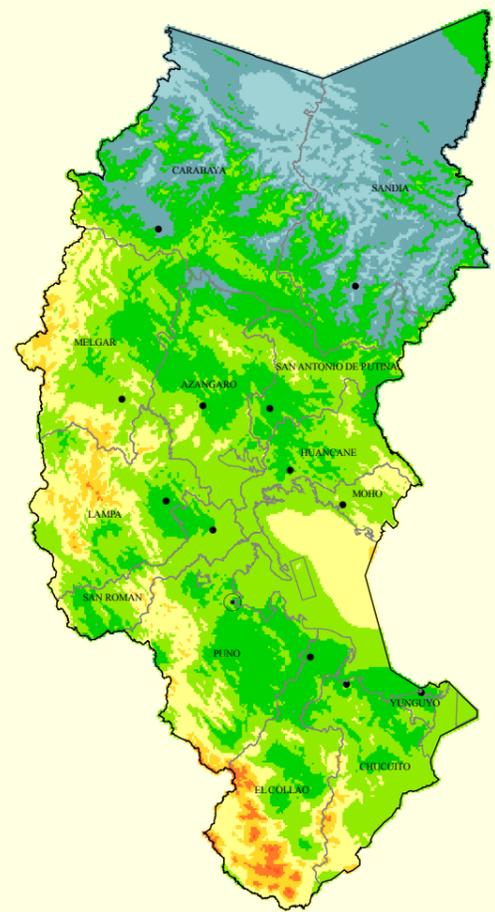
PRIMAVERA



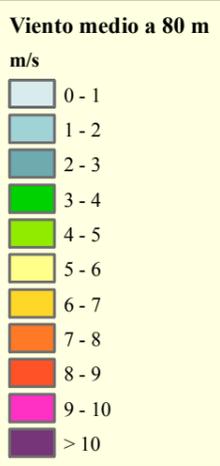
VERANO



OTOÑO



INVIERNO



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
DIRECCIÓN DE FONDOS CONCURSABLES

ATLAS EÓLICO DEL PERÚ

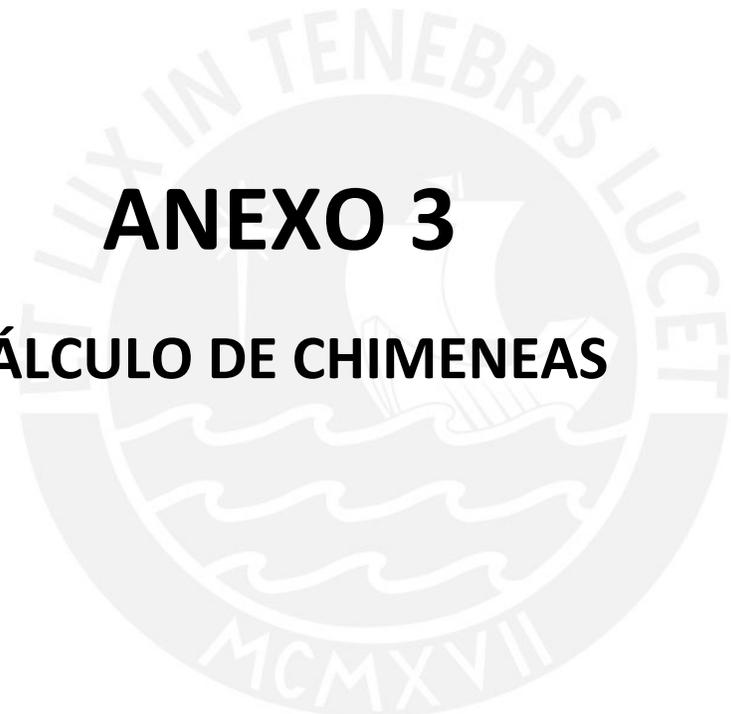
VIENTO MEDIO ESTACIONAL A 80 m
DEPARTAMENTO DE PUNO

LIMA - PERÚ
OCTUBRE DE 2008



Base cartográfica:
Carta Nacional del Perú, Límites departamentales
Proyección: Geográfica, Datum WGS84



A large, faint watermark of the university logo is centered on the page, featuring the Latin motto "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" and the year "MCMXVII".

ANEXO 3

CÁLCULO DE CHIMENEAS

CONSIDERACIONES ACERCA DEL
DISEÑO DE CHIMENEAS



Ruperto Martínez Palazón

1.- GENERALIDADES

Se definen como *chimeneas* a los conductos construidos para dar salida a la atmósfera libre a gases resultantes de una combustión –o de una reacción química (“*gases de cola*”)– para su dispersión en el aire ambiente.

En la definición de una chimenea intervienen fundamentalmente, los siguientes elementos:

- 1.- Sección interior, o de paso de gases
- 2.- Altura, ya sea
 - 2.1.- Para dispersión de gases en la atmósfera libre, o
 - 2.2.- Para la obtención de una depresión mínima determinada en su base
- 3.- Tipo de material estructural (o externo)
 - 3.1.- Resistencia a las acciones externas
 - 3.1.1.-Viento y “*vórtices de Kármán*”
 - 3.1.2.- Sismos
 - 3.2.- Cimentación: conocimiento de la geología del terreno
- 4.- Tipo de material de revestimiento interior
 - 4.1.- Resistencia a la temperatura y ataque físico-químico de los gases

2.- DEFINICIÓN DE LOS GASES A EVACUAR O DISPERSAR

Para determinar las características de una chimenea es imprescindible conocer el tipo de fluido que se espera que circule por ella. Normalmente se trata de humos producto de la combustión de combustibles fósiles (carbón, derivados líquidos o gaseosos del petróleo), madera, etc., en aire ambiente. Sin embargo, aun en estos casos, hay que tener en cuenta la posible “contaminación” de estos humos con sustancias desprendidas de los procesos en los que intervienen, como por ejemplo, el los hornos de reverbero.

En el caso frecuente de combustibles líquidos (fuel-oil, gasoil, etc.) o gaseosos (hidrocarburos gaseosos o “gas natural”), estos humos se componen de:

- ı N₂: procedente del aire comburente.
- ı CO₂ y H₂O (vapor): procedentes de la combustión de los combustibles orgánicos, junto con pequeñas cantidades provenientes de la propia composición del aire comburente.
- ı O₂: procedente del aire comburente, en exceso respecto al necesario para una combustión estequiométrica.
- ı NO_x: si la temperatura alcanzada por la llama supera los 1.300°C en alguna zona, la combinación del nitrógeno del aire (o de los compuestos nitrogenados presentes en el combustible) con el oxígeno se realiza a velocidades apreciables, contaminando los humos con óxidos de nitrógeno en proporciones suficientes como para sobrepasar las normativas de ciertos países.
- ı SO_x: algunos combustibles, especialmente los líquidos, contienen azufre en proporciones que pueden variar entre menos de un 1% (combustibles B.T.S.) hasta algo más de un 5% (fueles pesados) que combinado con el oxígeno del aire, da

lugar a diferentes compuestos de azufre, todos ellos considerados como contaminantes por las administraciones de diferentes países

- ii CO: resultado de una combustión incompleta
- ii Radicales libres, partículas sólidas (fundamentalmente de carbono) y otras, procedentes de impurezas en el combustible (metales pesados, por ejemplo), aunque todos ellos en muy pequeñas proporciones.

A título de ejemplo, en la tabla adjunta puede verse composiciones típicas de humos producidos por la combustión estequiométrica de un combustible líquido y un “gas natural”, comparadas con el aire ambiente.

Tabla 2.1

Componente	% en peso		
	Aire	Con Fuel Oil	Con “Gas Natural”
CO ₂	0,05	20,8	15,4
H ₂ O	0,56	7,6	12,4
SO ₂	0,00	0,4	0,0
N ₂	75,05	70,0	70,9
O ₂	23,07	0,0	0,0
Ar	1,27	1,1	1,2
Otros	—	0,1	0,1
Calor específico Kcal/Kg/°C	0,23	0,25	0,26
Densidad normal Kg/Nm ³	1,288	1,311	1,254
Kg aire/Kg combustible	—	14,0	17,0

Las propiedades de los humos se asemejan a las del aire ambiente (con un 50% de humedad relativa). Normalmente, la combustión se realiza en ambientes con exceso de aire comburente respecto de la proporción estequiométrica, llegándose a duplicar o triplicar esta proporción. En estos casos, con más motivo, las propiedades de los humos se acercan a las del aire. Por estas razones, y a efectos de cálculos técnicos – y en una primera aproximación– se pueden tomar las del aire como propiedades de los humos de la combustión de derivados del petróleo.

Frecuentemente se hace una estimación de la cantidad de aire utilizado en una combustión a través de una determinación en los humos salientes de oxígeno libre, CO₂ y CO, ya sea de forma continua en un punto determinado de la chimenea, ya sea mediante tomas de muestras discontinuas (método Orsat u otros). Si la concentración de O₂ libre es muy baja y se observa un exceso de CO, es evidente que la combustión es deficitaria en comburente –suele ir acompañado de cantidades importantes de polvo de inquemados (“hollín”)–. A partir de la concentración de oxígeno en los humos, puede determinarse el exceso de aire comburente y en consecuencia, las propiedades de los humos.

Si la concentración de O_2 en los humos es $[O_2]$, siendo en el aire comburente $[O_2]_0$ se deduce que la cantidad de aire (A) en exceso respecto a la de humos estequiométricos (H) es:

$$A = H \cdot \frac{[O_2]}{[O_2]_0 - [O_2]}$$

Si la concentración $[O_2] = 8\%$ por ejemplo (valor frecuente), el valor de A es $0,53 \cdot H$, y la densidad normal (a $0^\circ C$ y 1 atm) de los humos de la combustión de fuel oil sería:

$$\rho_H(8\%) = \frac{1,288 + 0,56 \cdot 1,311}{1,53} = 1,297 \text{ Kg/Nm}^3$$

Un cálculo análogo se puede hacer con otras propiedades ponderables.

Para más detalles sobre los cálculos de combustión de diferentes combustibles, consultar: <http://www.areadecalculo.com/monograficos/vidrio/index.htm> Capítulo IV¹.

3.- LA SECCIÓN DE PASO DE LOS HUMOS POR LA CHIMENEA

La velocidad mínima de evacuación de los humos por la coronación de la chimenea suele venir fijada por la normativa correspondiente de la Administración Pública del lugar. A modo de orientación, puede decirse que las velocidades medias deberían oscilar entre un mínimo de 5 m/s y los 15 m/s. Una velocidad media de 10 m/s suele considerarse como adecuada.

Dados el volumen de gases (caudal másico Q Kg/s y su temperatura $T^\circ C$) y su velocidad ($V \gg 10$ m/s), resulta sencillo determinar la sección de paso (diámetro) de los humos por la chimenea:

$$\text{Sección} = \frac{Q}{V \cdot \rho_0} \frac{273 + T_H}{273} \text{ m}^2 \quad (3.1)$$

ρ_0 = densidad de los humos en condiciones normales, $\text{Kg/Nm}^3 \approx 1,3 \text{ Kg/Nm}^3$

$$\text{Diámetro} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot (273 + T_H)}{\pi \cdot 273 \cdot V \cdot \rho_0}} \text{ m} \quad (3.2)$$

4.-LA ALTURA DE LA CHIMENEA

4.1.- Para la dispersión de los humos en la atmósfera libre

La altura mínima de una chimenea emitiendo gases considerados por la legislación U.E. como contaminantes, viene determinada por la normativa correspondiente del lugar en el que se ubique.

La actual legislación europea se resume en las siguientes Directivas:

- Directiva 84/360/CEE (inst. industriales)
- Directiva 80/779/CEE (SO_2)
- Directiva 75/716/CEE (cont. en S)
- Directiva 81/462/CEE (cont. a distancia)

¹ OJO; verificar la referencia

En el caso del territorio español, esta legislación está basada fundamentalmente en los siguientes Decretos y Órdenes Ministeriales:

Decreto 833/1975, del 6 de Febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, del 22 de Diciembre, de *PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ATMOSFÉRICO*.

ANEXO IV del citado Decreto: *NIVELES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA PARA LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES INDUSTRIALES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMÓSFERA*.

Orden Ministerial del 18 de Octubre de 1976 (B.O.E. n° 290 del 3 de Diciembre de 1976) sobre *PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL DE LA ATMÓSFERA*.

ANEXO II de la citada Orden Ministerial: *INSTRUCCIONES PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA DE CHIMENEAS DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PEQUEÑAS Y MEDIANAS*.

Real Decreto 1613/1985, del 1 de Agosto, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, del 6 de Febrero, y se *ESTABLECEN NUEVAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN LO REFERENTE A CONTAMINACIÓN POR DIÓXIDO DE AZUFRE Y PARTÍCULAS*.

ANEXO del citado Decreto: *VALORES LÍMITE PARA EL DIÓXIDO DE AZUFRE Y LAS PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN*.

Real Decreto 717/1987, del 27 de Mayo, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, del 6 de Febrero, y se *ESTABLECEN NUEVAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN LO REFERENTE A CONTAMINACIÓN POR DIÓXIDO DE NITRÓGENO Y PLOMO*.

Real Decreto 1321/1992, del 30 de Octubre, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, del 1 de Agosto, y se *ESTABLECEN NUEVAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN LO REFERENTE A LA CONTAMINACIÓN POR DIÓXIDO DE AZUFRE Y PARTÍCULAS*.

La nueva legislación española corrige y añade:

- Ley 7/89
- Real Decreto 646/91 (grandes instalaciones)
- Real Decreto 547/79 (general)
- Real Decreto 1613/85 y modif. (SO₂)
- Real Decreto 1154/86
- Real Decreto 717/87 (NO₂ y Pb)
- Real Decreto 1494/95 (ozono)

Posteriormente, cada una de las Comunidades Autónomas españolas, a medida que se les transferían las competencias de protección medioambiental, han ido legislando en función de otros criterios, tales como el análisis de la dispersión de los humos por simulaciones numéricas de los contaminantes en función de vientos dominantes y orografía del terreno circundante, así como otras consideraciones de orden ecológico.

Los modelos de dispersión de contaminante más usuales se basan en las ecuaciones de dispersión de Sutton².

² Se aconseja consultar tratados tales como *Área Informática Aplicada a la Ingeniería Química- Dpto. Ing. Qca. (UTN - FRR). Alejandro S.M. Santa Cruz*

Consultar también :

http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora2/apuntes_catedra/Contaminacin%20Ambiental.pdf

<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/DispersionContaminantes.htm>

4.2. - Para la obtención de una depresión mínima determinada en su base

Además de dispersar los humos en la atmósfera, corrientemente las chimeneas tienen por objeto la creación, de una depresión en su base, o *aspiración*, que permite la circulación de estos humos desde su origen (hogar, horno, caldera, etc.) hasta su salida a la atmósfera libre, a unas velocidades determinadas. Esto exige la creación, dentro del circuito completo, de un diferencial de presiones que compense tanto las *pérdidas de carga* de los humos dentro de los aparatos en los que se generan (ΔP_1), como en la propia chimenea (ΔP_2), y proporcionarles la energía cinética para su salida por la coronación de la chimenea a la velocidad V ($\Delta P_c = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2$).

El valor de ΔP_1 vendrá determinado por el tipo de instalación de que se trate, y no es tema a tratar en este artículo.

La pérdida de carga ΔP_2 en la chimenea puede expresarse como un factor de la energía cinética de los humos y de su altura relativa H/D :

$$\Delta P_2 = \frac{1}{2} \cdot f \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \frac{H}{D} \quad (4.2.1)$$

siendo f el *factor adimensional de Fanning*, que a su vez es una función del *número de Reynolds* correspondiente a la circulación de esos humos. A esta presión hay que añadir el valor de la *presión dinámica* en la coronación de la chimenea: $\Delta P_c = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2$. El valor total de la depresión necesaria puede expresarse como:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \left(1 + f \cdot \frac{H}{D}\right) + \Delta P_1 \quad (4.2.2)$$

A efectos prácticos, puede decirse que para chimeneas ya en uso (rugosidad media) la expresión (4.2.2) puede quedar así:

$$\Delta P = \frac{18}{273 + T_H} \cdot V^2 \cdot \left(1 + 0,035 \frac{H}{D}\right) + \Delta P_1 \quad (4.2.2)$$

ΔP = presión, mm c.a.

V = velocidad media de los humos, m/s

H = altura de la chimenea, m

D = diámetro interior, m

Esta depresión puede obtenerse al pie de la chimenea por diferentes procedimientos, de entre los cuales cabe destacar tres:

4.2.1.- Tiro natural

Para ello se aprovecha el efecto de *empuje de Arquímedes* que sufren los gases calientes rodeados por otros fríos. La chimenea contiene una columna de humos calientes, rodeada de aire a una temperatura ambiente, inferior. El empuje o *tiro*, se calcula por la diferencia del peso de ambas columnas, de altura igual a la de la chimenea. La forma más sencilla de estimar esta diferencia consiste en considerar las dos columnas como de aire a temperaturas distintas pero uniformes: Para la columna caliente, la temperatura será la de entrada de los humos en la chimenea, menos una

cantidad por pérdidas, que puede estimarse en $\sim 0,08$ °C/m. Para el aire ambiente, la de éste a nivel del suelo:

$$\Delta P \gg \rho_o \cdot H \cdot 273 \cdot \left(\frac{1}{273 + T_a} - \frac{1}{273 + T_H} \right) \cdot \frac{P}{P_o} \text{ mm c.a. (4.2.1.1)}$$

- ρ_o = Densidad de los gases a 0°C y 1 atm, Kg/m³ ($\approx 1,3$)
- H = Altura de la chimenea, m
- T_a = Temperatura ambiente, °C
- T_H = Temperatura de los humos en la base, menos $0,08 \cdot H$, °C
- P = Presión atmosférica en la base de la chimenea
- P_o = Presión atmosférica a la altura del mar (~ 10.331 mm c.a.)

que puede quedar así:

$$\Delta P \gg 354 \cdot H \cdot \left(\frac{1}{273 + T_a} - \frac{1}{273 + T_H - 0,08 \cdot H} \right) \cdot \frac{P}{P_o} \text{ (4.2.1.2)}$$

en mm c. a.

El cálculo exacto puede realizarse mediante la aplicación del conjunto de ecuaciones que se exponen el Anexo I. Las diferencias entre la fórmula aproximada anterior y el cálculo más preciso, no superan en ningún caso el 2%.

4.2.2.- Tiro forzado (figura 1)

En este caso los humos son aspirados por un ventilador especial, resistente a las temperaturas y agresiones de los componentes de los humos, e impulsados a la chimenea, cuya altura, en este caso, depende exclusivamente de los condicionantes impuesto por las normas de dispersión de contaminantes imperantes en la zona.



Figura 1

Este sistema presenta la ventaja de no precisar más altura de chimenea que la ya indicada en el apartado anterior, pero consume energía mecánica (eléctrica) y está sujeto a las paradas del ventilador por mantenimiento o avería. Precisa, por lo tanto, de un doble ventilador, es decir, un suplemento de inversión y de gastos de explotación.

La definición del ventilador es inmediata, conociendo las características de los humos y de la instalación.

4.2.3.- Tiro inducido (figura 2)

En la base de la chimenea o en un punto cualquiera del conducto, se instala un boquilla que inyecta aire ambiente, impulsado por un ventilador normal, que induce el tiro (se le suele llamar "efecto Venturi").

Tiene las ventajas e inconvenientes del caso anterior, aunque suele consumir más energía que aquel, si bien la inversión en ventiladores es inferior.

La determinación del ventilador, es algo más complicada. Su definición será objeto de un artículo posterior.

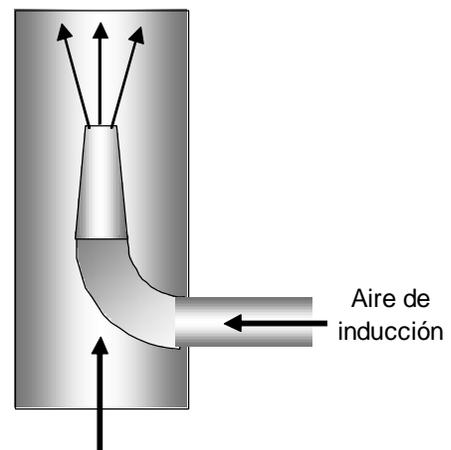


Figura 2

5.- TIPO DE MATERIAL ESTRUCTURAL

Hasta mediados del siglo XX, la mayor parte de las chimeneas se construían de ladrillo, conservándose hoy en día algunas chimeneas de ladrillo, verdaderas obras maestras de arquitectura industrial del pasado. Posteriormente, se utilizaron bloques prefabricados de hormigón, huecos, que se iban rellenando de hormigón y de las varillas correspondientes de acero para armar el conjunto a medida que se iba subiendo en altura. Por último, las técnicas actuales utilizan los encofrados deslizantes para la construcción de chimeneas (y silos) de hormigón armado.

También se han utilizado y se siguen usando, las chimeneas metálicas de chapa de acero, que resultan ser, en muchas ocasiones, más económicas y fáciles de instalar.

En muchos casos, como se verá más adelante, y en función de la calidad de los humos, se recubren interiormente con materiales refractarios resistentes al ataque químico de ciertos productos que acompañan a los humos.

6.- RESISTENCIA A LAS ACCIONES EXTERNAS

6.1.- *Cargas de uso*

Las chimeneas deben estar provistas de un conjunto de pasarelas para mantenimiento y acceso a los elementos de control de contaminantes, con sus accesos reglamentarios (figura 3). Salvo indicaciones particulares, unas cargas sobre estas pasarelas se deberán considerar excéntricas y con valores puntuales de 1.000 N, que se sumarán a una carga uniforme y simétrica de 2.000 N/m² en cada pasarela.

NOTA: En la definición de las cargas propias (masa de la estructura) no debe olvidarse la masa correspondiente al revestimiento interior de la chimenea, si lo hay.

6.2.- *Viento*

Una chimenea debe ser considerada, a los efectos del cálculo de la resistencia mecánica a las acciones externas, como una viga empotrada en una de sus extremos. La primera acción mecánica a tener en cuenta es la del viento. Para ello deberá aplicarse la NORMA NBE-AE-88 para *Construcciones cilíndricas de baja rugosidad*, sin olvidar el *Factor eólico de esbeltez*, importante en estos casos.

Puesto que las chimeneas deben llevar un conjunto de pasarelas para mantenimiento y acceso a los elementos de control de contaminantes, también debe ser considerada la influencia del empuje del viento sobre estos elementos, de acuerdo con la NORMA ya citada.

Un viento, aun siendo uniforme, puede dar lugar a empujes periódicos que pueden establecer vibraciones que entren en resonancia con la frecuencia propia de la

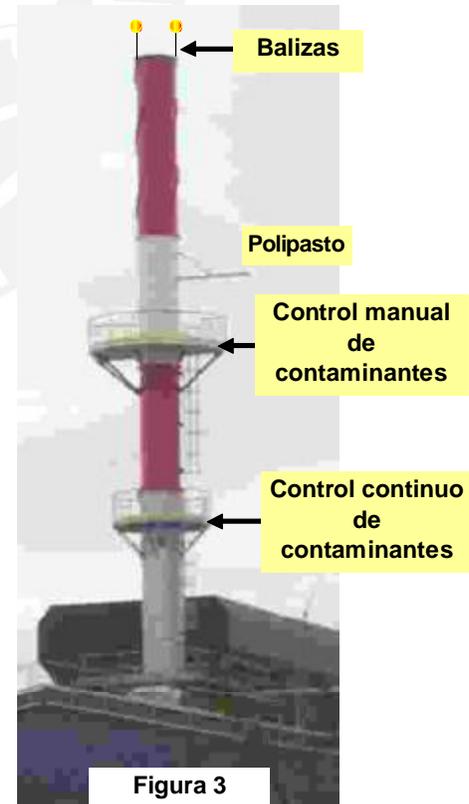


Figura 3

estructura, Este fenómeno debido a los llamados *vórtices de Kármán*, produce frecuencias de vibración que se deducen de la fórmula de *Blenk, Fuchs y Liebers*:

$$n \approx 0,207 \cdot \frac{V_v}{D_e}, \text{ en la que:}$$

n : es la frecuencia de la vibración producida por el viento, seg^{-1}

V_v : la velocidad del viento, m/s

D_e : diámetro exterior de la chimenea, m

La pulsación propia de cada chimenea vale $\omega_0 = \sqrt{\frac{\kappa}{I_E}}$

ω_0 : Pulsación propia, radianes/s (s^{-1})

κ : Factor de rigidez, $\frac{M}{\alpha}$ en N.m/rad

I : Momento de inercia equivalente de la chimenea respecto a eje de giro en la base, $\text{Kg}\cdot\text{m}^2$

La resonancia entre la pulsación producida por los “Vórtices de Kármán” y la propia de cada chimenea, se estima mediante la relación entre la amplitud de la deformación producida por el esfuerzo estático del viento y la amplitud obtenida por el efecto resonante. Viene dado por la conocida expresión:

$$A/A_0 = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(2 \cdot x \cdot \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

En la que x es la *constante de amortiguamiento*, derivado del rozamiento externo e interno de la estructura metálica. El valor aceptado comúnmente (NSCE-02) es 0,05.

Para paliar este peligroso fenómeno, deberán adoptarse medidas tales como envolver la parte superior de la chimenea con bridas en forma de hélice (figura 3), para romper la formación de los vórtices, o unir a la chimenea masas (de agua, etc.), que alejen la frecuencia propia de la estructura de los valores debidos al *efecto Kármán*.

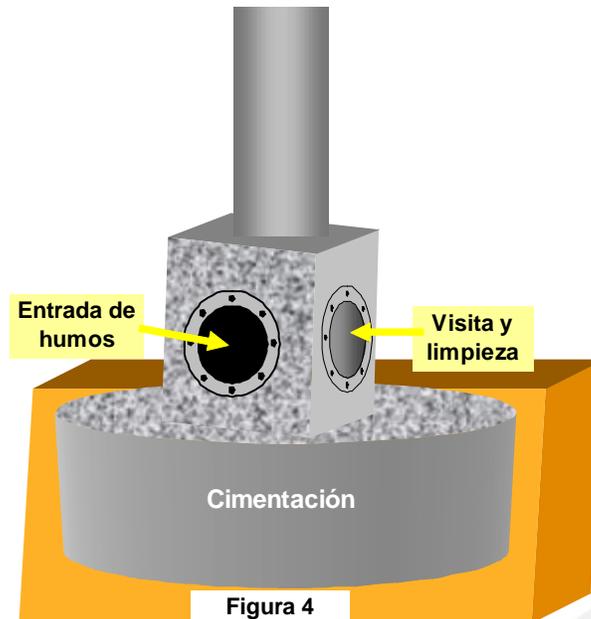
6.3.- Sismos

De acuerdo con la NORMA NCSE-02, se tomarán las precauciones adecuadas en su construcción.

7.- CIMENTACIÓN (CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGÍA DEL TERRENO)

Atendiendo a las acciones citadas anteriormente, se definirá la cimentación de la chimenea en función de estas y muy particularmente de las condiciones geológicas del terreno. Para su cálculo es aconsejable utilizar el sistema ofrecido por <http://www.areadecalculo.com/>.

Un punto importante en el diseño de la cimentación es la unión de esta con el conducto de humos y la parte cilíndrica de la chimenea (figura 4). Esta unión debe realizarse mediante una zona de transición en la que se practiquen aberturas especialmente diseñadas para el entronque de la chimenea con la llegada de los humos, así como para su inspección y limpieza por la parte inferior.



En el caso de chimeneas de hormigón armado, el entronque se realizará “según las reglas del arte”. Se si trata de chimeneas metálicas, el entronque con la parte metálica –entronque que deberá realizarse en hormigón armado, como la cimentación (figura 4)– se efectuará mediante la introducción en el hormigón de la zona de transición de los pernos adecuados, en los que atornillará la primera brida de de chimenea, reforzada con las cartelas que los cálculos aconsejen.

8.- TIPO DE MATERIAL DE REVESTIMIENTO INTERIOR

De acuerdo con la composición y temperaturas de los humos, el interior de la chimenea deberá revestirse con materiales adecuados, y sujetos convenientemente al material estructural que lo sostendrá.

Estos materiales suelen ser de naturaleza refractaria, *silicoaluminosos* o similares. Comúnmente los humos, por debajo de cierta temperatura y en el ambiente oxidante y húmedo propio del exceso de comburente, toman un carácter ácido (formación de ácidos sulfurosos, nitrosos, etc.) que pueden atacar el interior de la chimenea. En el caso de humos muy ácidos, se recomiendan materiales *borosilicatados*. Si se trata de humos producidos por la combustión en aire de gas natural, pueden utilizarse aceros especiales, no muy caros, que se usan como material estructural y resisten bien la agresión de estos humos, con lo que se abarata considerablemente la construcción del conjunto.

ANEXO

VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA CON LA ALTURA

La presión atmosférica disminuye con la altura sobre el nivel del mar. Suponemos que esta presión es igual a 760 mm Hg. En otras unidades, esta presión vale P_0 :

$$\begin{aligned} &1 \text{ atmósfera} \\ &101.330 \text{ Pascales} = 101.330 \text{ N/m}^2 \\ &1,033 \text{ Kp/cm}^2 = 1,033 \text{ bares} \\ &10.333 \text{ mm c.a.} \end{aligned}$$

El valor de la presión nominal a una altura h valdrá:

$$P(h) = P_0 \cdot e^{\frac{-M_a \cdot g \cdot h}{R \cdot T}}$$

M_a : peso molecular equivalente del aire, función de su humedad relativa ($\gg 29,0$ g/mol)

g : $980,65 \text{ cm/s}^2$

h : altura, cm

R : constante de los gases perfectos = $0,082054 \text{ atm}\cdot\text{l}/^\circ\text{K}/\text{moñ}$
= $8,31434 \cdot 10^7 \text{ erg}/^\circ\text{K}/\text{mol}$

T : temperatura absoluta del aire = $^\circ\text{C} + 273,16$

PESO DE LA COLUMNA DE AIRE RODEANDO A LA CHIMENEA

Cota geográfica del pie de la chimenea : h_0

Cota geográfica del la coronación: h_H

Altura de la chimenea: $H = h_H - h_0$

Temperatura absoluta del aire: T

$$\Delta P_a = P_0 \cdot \left(e^{\frac{-M_a \cdot g \cdot h_0}{R \cdot T}} - e^{\frac{-M_a \cdot g \cdot h_H}{R \cdot T}} \right)$$

PESO DE LA COLUMNA DE HUMOS EN LA CHIMENEA

$$\Delta P_H = P_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{T_b}{T_a} \right)^{\frac{M_H \cdot g \cdot H_h}{R \cdot (T_a - T_b)}} \right]$$

T_a : temperatura absoluta de los humos en el pie de la chimenea

T_b : temperatura absoluta de los humos en la coronación

M_H : peso molecular equivalente del humo, función de su composición

TEMPERATURA DE LOS HUMOS EN LA CORONACIÓN

$$T_c = (T - T_a) \cdot e^{\frac{-\pi \cdot U \cdot D_c \cdot H}{q \cdot C_p}} + T_a$$

en la que:

- T_c : temperatura de los humos en la coronación de la chimenea, °C
 T : temperatura de los humos en la base de la chimenea, °C
 T_a : temperatura del aire ambiente, °C
 D_c : diámetro exterior máximo de la chimenea, m
 H : altura de la chimenea, m
 q : caudal de los gases, Kg/h
 C_p : calor específico de los humos, Kcal/Kg°C
 U : coeficiente global de transmisión calorífica humos / aire ambiente, Kcal/h/m²/°C

El valor de U a su vez se determina a partir del conocimiento de:

- h_h : coeficiente de transmisión calorífica humos / pared interior de chimenea
 h_a : coeficiente de transmisión calorífica aire ambiente / pared exterior de la chimenea
 $\frac{\lambda}{e}$ (conductividad térmica / espesor), de la pared de la chimenea

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_h} + \frac{1}{h_a} + \frac{e}{\lambda}}$$

Para el cálculo de los coeficientes de transmisión calorífica entre pared y fluidos, se proponen las fórmulas aproximadas siguientes:

$$h_h \text{ (Kcal/h/m}^2\text{/}^\circ\text{C)} = 10,9 \cdot C_p \text{ (Kcal/Kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)} \frac{[V \text{ (m/s)} \cdot \rho \text{ (Kg/m}^3\text{)}]^{0,8}}{[D_i \text{ (m)}]^{0,2}}$$

$$h_a \text{ (Kcal/h/m}^2\text{/}^\circ\text{C)} = 3,53 \frac{[V_{\text{aire}} \text{ (m/s)}]^{0,6}}{[D_e \text{ (m)}]^{0,4}}$$

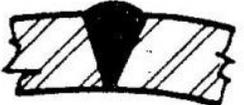
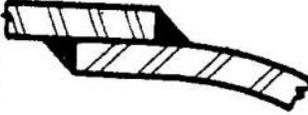
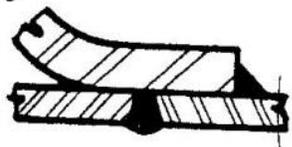
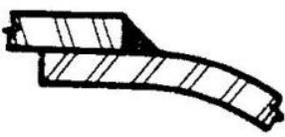
λ : Kcal/h/m/°C

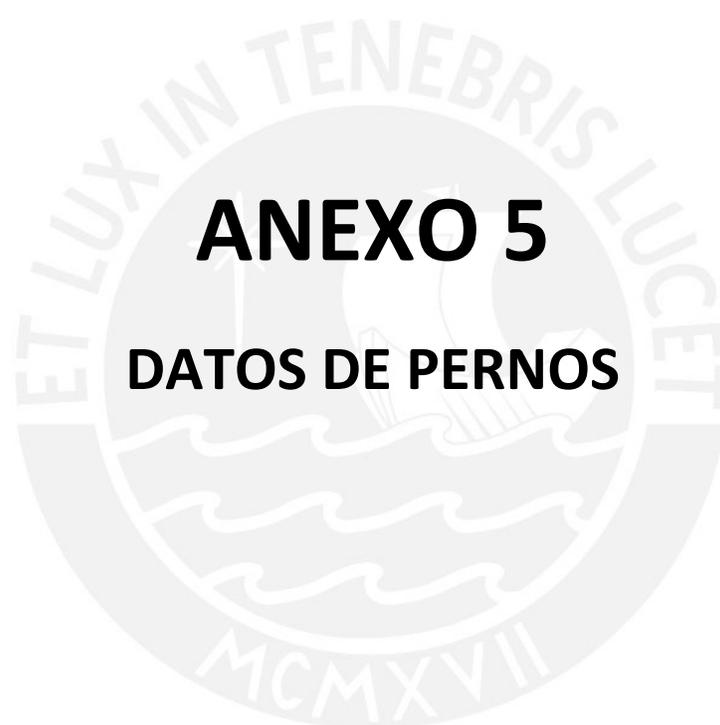
e : m

ANEXO 4

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS PARA CALCULO DE ESPESOR DE CASCO

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS

TIPOS NORMA UW-12		EFICIENCIA DE LA JUNTA, E Cuando la junta es:		
		a. Radiogra- fiada total- mente	b. Examinada por zonas	c. No Examinada
1	 <p>Junta a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura.</p>	1.00	0.85	0.70
2	 <p>Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar</p> <p>En juntas circunferenciales únicamente</p>	0.90	0.80	0.65
3	 <p>Junta a tope de un solo cordón sin tira de respaldo</p>	-	-	0.60
4	 <p>Junta a traslape de doble filete completo</p>	-	-	0.55
5	 <p>Junta a traslape de un solo filete completo con soldaduras de tapón</p>	-	-	0.50
6	 <p>Junta a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón</p>	-	-	0.45



ANEXO 5

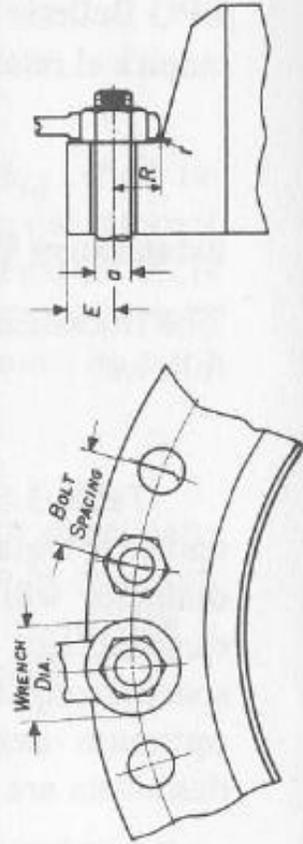
DATOS DE PERNOS

TABLE 3 - BOLTING DATA *

Bolt Size a	Coarse Thread Series		8 Thread Series	Nut Dimensions		Minimum			Maximum Fillet Radius F	Wrench Diameter
	Threads per Inch	Root Area Sq. In.		Across Flats	Across Corners	Bolt Spacing	Radial Distance R	Edge Distance E		
1/2	13	.126	--	7/8	.969	1 1/4	1 3/16	5/8	1/4	1 1/2
5/8	11	.202	--	1 1/16	1.175	1 1/2	1 5/16	3/4	5/16	1 3/4
3/4	10	.302	--	1 1/4	1.383	1 3/4	1 1/8	1 3/4	3/8	2 1/16
7/8	9	.419	--	1 7/16	1.589	2 1/16	1 1/4	1 5/16	3/8	2 3/8
1	8	.551	.551	1 5/8	1.796	2 1/4	1 3/8	1 1/16	7/16	2 5/8
1 1/8	7	.693	.728	1 13/16	2.002	2 1/2	1 1/2	1 1/8	7/16	2 7/8
1 1/4	7	.890	.929	2	2.209	2 13/16	1 3/4	1 1/4	9/16	3 1/4
1 3/8	6	1.054	1.155	2 3/16	2.416	3 1/16	1 7/8	1 3/8	9/16	3 1/2
1 1/2	6	1.294	1.405	2 3/8	2.622	3 1/4	2	1 1/2	5/8	3 3/4
1 5/8	5 1/2	1.515	1.680	2 9/16	2.828	3 1/2	2 1/8	1 5/8	5/8	4
1 3/4	5	1.744	1.980	2 3/4	3.035	3 3/4	2 1/4	1 3/4	5/8	4 1/4
1 7/8	5	2.049	2.304	2 15/16	3.242	4	2 3/8	1 7/8	5/8	4 1/2
2	4 1/2	2.300	2.652	3 1/8	3.449	4 1/4	2 1/2	2	1 1/16	4 3/4
2 1/4	4 1/2	3.020	3.423	3 1/2	3.862	4 3/4	2 3/4	2 1/4	1 1/16	5 1/4
2 1/2	4	3.715	4.292	3 7/8	4.275	5 1/4	3 1/16	2 3/8	1 3/16	5 7/8
2 3/4	4	4.618	5.259	4 1/4	4.688	5 3/4	3 3/8	2 5/8	7/8	6 1/2
3	4	5.621	6.324	4 5/8	5.102	6 1/4	3 5/8	2 7/8	1 5/16	7

Bolt and nut dimensions are those given in ANSI B18.2

* (Courtesy of Energy Products Group)





ANEXO 6

DETALLES DE EMPAQUES

TABLE 1 - GASKET MATERIALS AND CONTACT FACINGS¹

Gasket Factors (*m*) for Operating Conditions and Minimum Design Seating Stresses (*y*)

Gasket Material		Gasket Factor <i>m</i>	Min. Design Seating Stress <i>y</i>	Sketches and Notes	Use Facing Sketch	Use Column
					Refer to Table 2	
Self-Energizing Types O Rings, Metallic, Elastomer other gasket types considered as self-sealing		0	0
Elastomers without fabric or a high percentage of asbestos fiber: Below 75A Shore Durometer 75A or higher Shore Durometer		0.50 1.00	0 200		(1a),(1b), (1c),(1d), (4),(5)	II
Asbestos with a suitable binder for the operating conditions	1/8 thick	2.00	1600			
	1/16 thick	2.75	3700			
	1/32 thick	3.50	6500			
Elastomers with cotton fabric insertion		1.25	400			
Elastomers with asbestos fabric insertion, with or without wire reinforcement	3-ply	2.25	2200			
	2-ply	2.50	2900			
	1-ply	2.75	3700			
Vegetable fiber		1.75	1100			
Spiral-wound metal, asbestos filled	Carbon	2.50	10,000		(1a),(1b)	
	Stainless or Monel	3.00	10,000			

64

DESIGN OF PROCESS EQUIPMENT

Corrugated metal, asbestos inserted or Corrugated metal, jacketed asbestos filled	Soft aluminum	2.50	2900		(1a),(1b)
	Soft copper or brass	2.75	3700		
	Iron or soft steel	3.00	4500		
	Monel or 4-6% chrome	3.25	5500		
	Stainless steels	3.50	6500		
Corrugated metal	Soft aluminum	2.75	3700		(1a),(1b), (1c),(1d)
	Soft copper or brass	3.00	4500		
	Iron or soft steel	3.25	5500		
	Monel or 4-6% chrome	3.50	6500		
	Stainless steels	3.75	7600		
Flat metal jacketed asbestos filled	Soft aluminum	3.25	5500		(1a),(1b), (1c),(1d), ² (2) ²
	Soft copper or brass	3.50	6500		
	Iron or soft steel	3.75	7600		
	Monel	3.50	8000		
	4-6% chrome Stainless steels	3.75 3.75	9000 9000		
Grooved metal	Soft aluminum	3.25	5500		(1a),(1b), (1c),(1d), (2),(3)
	Soft copper or brass	3.50	6500		
	Iron or soft steel	3.75	7600		
	Monel or 4-6% chrome	3.75	9000		
	Stainless steels	4.25	10100		
Solid flat metal	Soft aluminum	4.00	8800		(1a),(1b), (1c),(1d), (2),(3), (4),(5)
	Soft copper or brass	4.75	13000		
	Iron or soft steel	5.50	18000		
	Monel or 4-6% chrome	6.00	21800		
	Stainless steels	6.50	26000		
Ring joint	Iron or soft steel	5.50	18000		(6)
	Monel or 4-6% chrome	6.00	21800		
	Stainless steels	6.50	26000		

65

FLANGE DESIGN

NOTES: (1) This table gives a list of many commonly used gasket materials and contact facings with suggested design values of *m* and *y* that have generally proved satisfactory in actual service when using effective gasket seating width *b* given in Table 2. The design values and other details given in this table are suggested only and are not mandatory.
(2) The surface of a gasket having a lap should not be against the nubbin.

(Reproduced from ASME CODE Section VIII, Div. 1 with the permission of American Society of Mechanical Engineers.)

TABLE 2 - EFFECTIVE GASKET WIDTH

	Facing Sketch (Exaggerated)	Basic Gasket Seating Width, b_o	
		Column I	Column II
(1a)			
(1b)'		$\frac{N}{2}$	$\frac{N}{2}$
(1c)			
(1d)'		$\frac{w + T}{2}; \left(\frac{w + N}{4} \max\right)$	$\frac{w + T}{2}; \left(\frac{w + N}{4} \max\right)$
(2)		$\frac{w + N}{4}$	$\frac{w + 3N}{8}$
(3)		$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$

66

DESIGN OF PROCESS EQUIPMENT

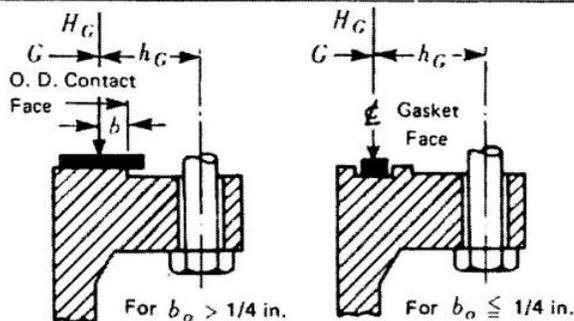
(4)'		$\frac{3N}{8}$	$\frac{7N}{16}$
(5)'		$\frac{N}{4}$	$\frac{3N}{8}$
(6)		$\frac{w}{8}$	

Effective Gasket Seating Width, "b"

$$b = b_o, \text{ when } b_o \leq \frac{1}{4} \text{ in.}$$

$$b = \frac{\sqrt{b_o}}{2}, \text{ when } b_o > \frac{1}{4} \text{ in.}$$

Location of Gasket Load Reaction



NOTE: The gasket factors listed only apply to flanged joints in which the gasket is contained entirely within the inner edges of the bolt holes

NOTE:

(1) Where serrations do not exceed 1/64 in. depth and 1/32 in. width spacing, sketches (1b) and (1d) shall be used.

(Reproduced from ASME CODE Section VIII, Div. 1 with the permission of American Society of Mechanical Engineers.)

67

FLANGE DESIGN

TABLE 4 - FACTORS INVOLVING K (Continued)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1.182	1.85	6.04	11.70	12.86	1.278	1.81	4.16	8.05	8.85
1.184	1.85	5.98	11.58	12.73	1.281	1.81	4.12	7.98	8.77
1.186	1.85	5.92	11.47	12.61	1.284	1.80	4.08	7.91	8.69
1.188	1.85	5.86	11.36	12.49	1.287	1.80	4.05	7.84	8.61
1.190	1.84	5.81	11.26	12.37	1.290	1.80	4.01	7.77	8.53
1.192	1.84	5.75	11.15	12.25	1.293	1.80	3.98	7.70	8.46
1.194	1.84	5.70	11.05	12.14	1.296	1.80	3.94	7.63	8.39
1.196	1.84	5.65	10.95	12.03	1.299	1.80	3.91	7.57	8.31
1.198	1.84	5.60	10.85	11.92	1.302	1.80	3.88	7.50	8.24
1.200	1.84	5.55	10.75	11.81	1.305	1.80	3.84	7.44	8.18
1.202	1.84	5.50	10.65	11.71	1.308	1.79	3.81	7.38	8.11
1.204	1.84	5.45	10.56	11.61	1.311	1.79	3.78	7.32	8.05
1.206	1.84	5.40	10.47	11.51	1.314	1.79	3.75	7.26	7.98
1.208	1.84	5.35	10.38	11.41	1.317	1.79	3.72	7.20	7.92
1.210	1.84	5.31	10.30	11.32	1.320	1.79	3.69	7.14	7.85
1.212	1.83	5.27	10.21	11.22	1.323	1.79	3.67	7.09	7.79
1.214	1.83	5.22	10.12	11.12	1.326	1.79	3.64	7.03	7.73
1.216	1.83	5.18	10.04	11.03	1.329	1.78	3.61	6.98	7.67
1.218	1.83	5.14	9.96	10.94	1.332	1.78	3.58	6.92	7.61
1.220	1.83	5.10	9.89	10.87	1.335	1.78	3.56	6.87	7.55
1.222	1.83	5.05	9.80	10.77	1.338	1.78	3.53	6.82	7.50
1.224	1.83	5.01	9.72	10.68	1.341	1.78	3.51	6.77	7.44
1.226	1.83	4.98	9.65	10.60	1.344	1.78	3.48	6.72	7.39
1.228	1.83	4.94	9.57	10.52	1.347	1.78	3.46	6.68	7.33
1.230	1.83	4.90	9.50	10.44	1.350	1.78	3.43	6.63	7.28
1.232	1.83	4.86	9.43	10.36	1.354	1.77	3.40	6.57	7.21
1.234	1.83	4.83	9.36	10.28	1.358	1.77	3.37	6.50	7.14
1.236	1.82	4.79	9.29	10.20	1.362	1.77	3.34	6.44	7.08
1.238	1.82	4.76	9.22	10.13	1.366	1.77	3.31	6.38	7.01
1.240	1.82	4.72	9.15	10.05	1.370	1.77	3.28	6.32	6.95
1.242	1.82	4.69	9.08	9.98	1.374	1.77	3.25	6.27	6.89
1.244	1.82	4.65	9.02	9.91	1.378	1.76	3.22	6.21	6.82
1.246	1.82	4.62	8.95	9.84	1.382	1.76	3.20	6.16	6.77
1.248	1.82	4.59	8.89	9.77	1.386	1.76	3.17	6.11	6.72
1.250	1.82	4.56	8.83	9.70	1.390	1.76	3.15	6.06	6.66
1.252	1.82	4.52	8.77	9.64	1.394	1.76	3.12	6.01	6.60
1.254	1.82	4.49	8.71	9.57	1.398	1.75	3.10	5.96	6.55
1.256	1.82	4.46	8.65	9.51	1.402	1.75	3.07	5.92	6.49
1.258	1.81	4.43	8.59	9.44	1.406	1.75	3.05	5.87	6.44
1.260	1.81	4.40	8.53	9.38	1.410	1.75	3.02	5.82	6.39
1.263	1.81	4.36	8.45	9.28	1.414	1.75	3.00	5.77	6.34
1.266	1.81	4.32	8.37	9.19	1.418	1.75	2.98	5.72	6.29
1.269	1.81	4.28	8.29	9.11	1.422	1.75	2.96	5.68	6.25
1.272	1.81	4.24	8.21	9.02	1.426	1.74	2.94	5.64	6.20
1.275	1.81	4.20	8.13	8.93	1.430	1.74	2.91	5.60	6.15

TABLE 4 - FACTORS INVOLVING K (Continued)

K	T	Z	Y	U	K	T	Z	Y	U
1.434	1.74	2.89	5.56	6.10	1.75	1.60	1.97	3.64	4.00
1.438	1.74	2.87	5.52	6.05	1.76	1.60	1.95	3.61	3.96
1.442	1.74	2.85	5.48	6.01	1.77	1.60	1.94	3.57	3.93
1.446	1.74	2.83	5.44	5.97	1.78	1.59	1.92	3.54	3.89
1.450	1.73	2.81	5.40	5.93	1.79	1.59	1.91	3.51	3.85
1.454	1.73	2.80	5.36	5.89	1.80	1.58	1.89	3.47	3.82
1.458	1.73	2.78	5.32	5.85	1.81	1.58	1.88	3.44	3.78
1.462	1.73	2.76	5.28	5.80	1.82	1.58	1.86	3.41	3.75
1.466	1.73	2.74	5.24	5.76	1.83	1.57	1.85	3.38	3.72
1.470	1.72	2.72	5.20	5.71	1.84	1.57	1.84	3.35	3.69
1.475	1.72	2.70	5.16	5.66	1.85	1.56	1.83	3.33	3.65
1.480	1.72	2.68	5.12	5.61	1.86	1.56	1.81	3.30	3.62
1.485	1.72	2.66	5.08	5.57	1.87	1.56	1.80	3.27	3.59
1.490	1.72	2.64	5.04	5.53	1.88	1.55	1.79	3.24	3.56
1.495	1.71	2.62	5.00	5.49	1.89	1.55	1.78	3.22	3.54
1.500	1.71	2.60	4.96	5.45	1.90	1.54	1.77	3.19	3.51
1.505	1.71	2.58	4.92	5.41	1.91	1.54	1.75	3.17	3.48
1.510	1.71	2.56	4.88	5.37	1.92	1.54	1.74	3.14	3.45
1.515	1.71	2.54	4.84	5.33	1.93	1.53	1.73	3.12	3.43
1.520	1.70	2.53	4.80	5.29	1.94	1.53	1.72	3.09	3.40
1.525	1.70	2.51	4.77	5.25	1.95	1.53	1.71	3.07	3.38
1.530	1.70	2.49	4.74	5.21	1.96	1.52	1.70	3.05	3.35
1.535	1.70	2.47	4.70	5.17	1.97	1.52	1.69	3.03	3.33
1.540	1.69	2.46	4.66	5.13	1.98	1.51	1.68	3.01	3.30
1.545	1.69	2.44	4.63	5.09	1.99	1.51	1.68	2.98	3.28
1.55	1.69	2.43	4.60	5.05	2.00	1.51	1.67	2.96	3.26
1.56	1.69	2.40	4.54	4.99	2.01	1.50	1.66	2.94	3.23
1.57	1.68	2.37	4.48	4.92	2.02	1.50	1.65	2.92	3.21
1.58	1.68	2.34	4.42	4.86	2.04	1.49	1.63	2.88	3.17
1.59	1.67	2.31	4.36	4.79	2.06	1.48	1.62	2.85	3.13
1.60	1.67	2.28	4.31	4.73	2.08	1.48	1.60	2.81	3.09
1.61	1.66	2.26	4.25	4.67	2.10	1.47	1.59	2.78	3.05
1.62	1.65	2.23	4.20	4.61	2.12	1.46	1.57	2.74	3.01
1.63	1.65	2.21	4.15	4.56	2.14	1.46	1.56	2.71	2.97
1.64	1.65	2.18	4.10	4.50	2.16	1.45	1.55	2.67	2.94
1.65	1.65	2.16	4.05	4.45	2.18	1.44	1.53	2.64	2.90
1.66	1.64	2.14	4.01	4.40	2.20	1.44	1.52	2.61	2.87
1.67	1.64	2.12	3.96	4.35	2.22	1.43	1.51	2.58	2.84
1.68	1.63	2.10	3.92	4.30	2.24	1.42	1.50	2.56	2.81
1.69	1.63	2.08	3.87	4.26	2.26	1.41	1.49	2.53	2.78
1.70	1.63	2.06	3.83	4.21	2.28	1.41	1.48	2.50	2.75
1.71	1.62	2.04	3.79	4.17	2.30	1.40	1.47	2.48	2.72
1.72	1.62	2.02	3.75	4.12	2.32	1.40	1.46	2.45	2.69
1.73	1.61	2.00	3.72	4.08	2.34	1.39	1.45	2.43	2.67
1.74	1.61	1.99	3.68	4.04	2.36	1.38	1.44	2.40	2.64

A large, light gray watermark of the university's logo is centered on the page, featuring the same ship and Latin motto as the header logo.

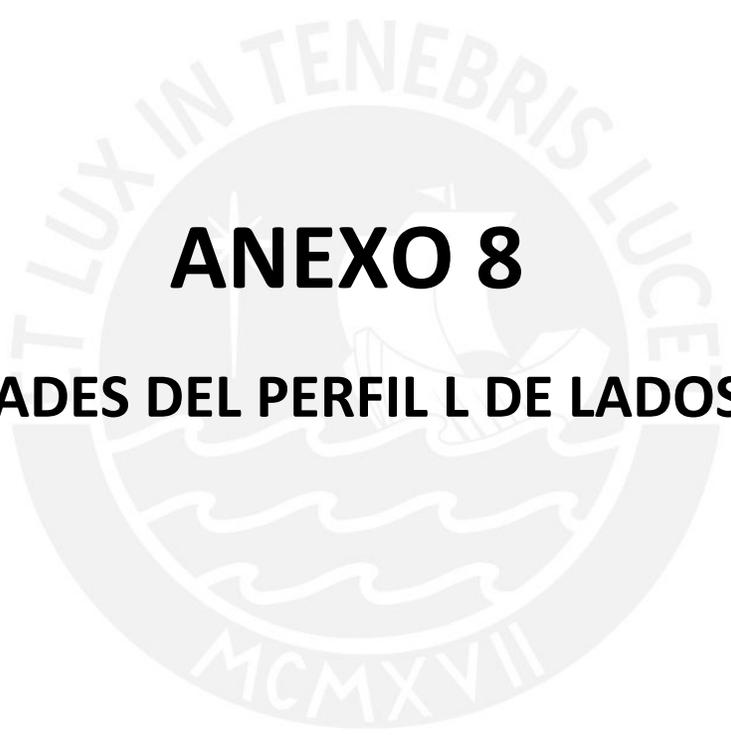
ANEXO 7

FACTOR DE PANDEO W

Tabla 6.5 Coeficientes de pandeo ω para los aceros St 33 y St 37 según DIN 4114, hoja 1.

λ	$\lambda +$										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										250

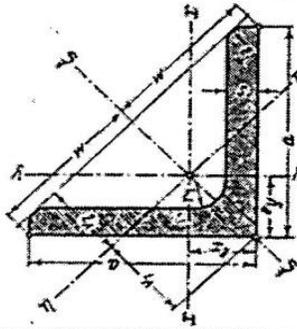
Valores intermedios no necesitan ser interpolados



ANEXO 8

PROPIEDADES DEL PERFIL L DE LADOS IGUALES

Tabla 6.9 Perfiles L (angulares) de lados iguales y cantos redondos laminados en caliente según DIN 1028.

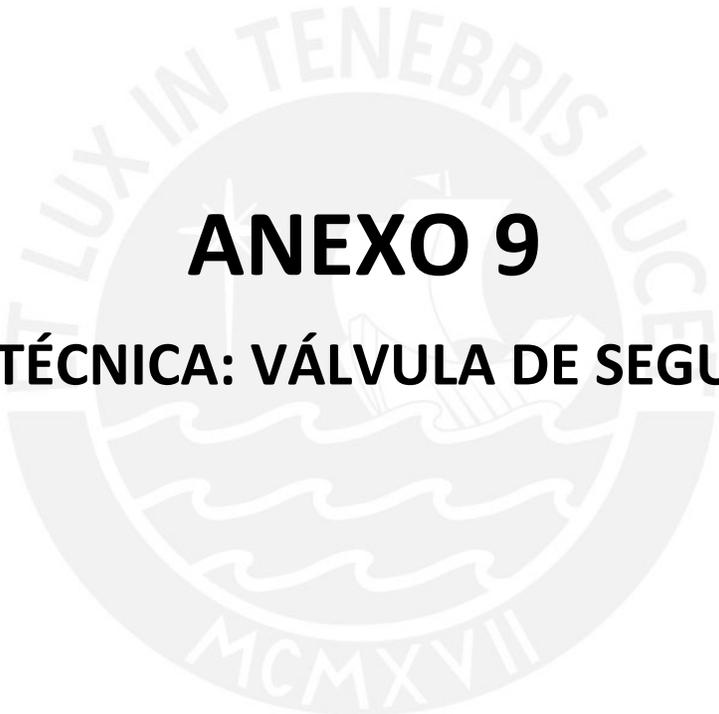


F = Sección
 G = Peso
 U = Superficie exterior por 1 m de longitud
 J = Momento de inercia
 W = Módulo resistente
 $i = \sqrt{J/F}$ = radio de giro
 $r_x = r_y = r$ = (retomando al mm o medio mm, resp.)

El eje $\xi-\xi$ es la bisectriz.
 Datos sobre largos, ejemplos de designación, ejemplos de pedido y tolerancias admisibles, ver cap. 2.3.

Materiales: Preferentemente calidades de acero según DIN 17 100

Abreviatura	Dimensiones en mm para			F	G	U	Distancias para los ejes			Referido al eje de flexión									
	a	s	r				r_x	r_y	v	w	r	J_x	J_y	J_z					
20 x 4	20	3	3.5	2	1.12	0.88	0.077	0.60	0.41	0.90	0.71	0.48	0.35	0.58	0.77	0.73	0.19	0.21	0.26
25 x 4	25	3	4	2	1.42	1.12	0.097	0.73	0.43	1.03	0.81	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47
30 x 4	30	3	4	2	1.65	1.45	0.097	0.86	0.49	1.08	0.89	1.01	0.48	0.74	1.81	0.93	0.40	0.37	0.47
30 x 5	30	4	5	2.5	1.74	1.58	0.116	0.84	0.48	1.18	1.04	1.18	0.49	0.72	1.81	0.91	0.60	0.44	0.47
35 x 5	35	4	5	2.5	2.04	1.88	0.136	0.89	0.49	1.24	1.05	1.41	0.49	0.80	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57
40 x 5	40	4	5	3	2.27	2.18	0.145	0.92	0.52	1.30	1.07	1.11	0.50	0.88	3.41	1.11	0.91	0.70	0.57
40 x 6	40	5	6	3	2.67	2.50	0.155	1.04	0.56	1.41	1.23	1.29	0.90	0.96	3.63	1.34	0.95	0.70	0.58
45 x 6	45	5	6	3	3.09	2.92	0.174	1.16	0.61	1.51	1.35	1.40	1.08	1.05	4.68	1.53	1.24	0.88	0.68
50 x 6	50	5	6	3	3.51	3.34	0.194	1.28	0.66	1.64	1.47	1.58	1.19	1.16	6.63	1.71	1.49	1.10	0.67
55 x 6	55	5	6	3	3.93	3.76	0.213	1.40	0.71	1.76	1.59	1.68	1.25	1.23	8.67	1.86	1.61	1.18	0.68
60 x 6	60	6	7	3.5	4.48	4.31	0.232	1.52	0.76	1.90	1.71	1.80	1.33	1.33	10.4	2.01	1.77	1.27	0.71
65 x 6	65	6	7	3.5	5.09	4.92	0.251	1.64	0.81	2.04	1.82	1.91	1.40	1.40	12.4	2.16	1.91	1.36	0.78
70 x 6	70	6	7	3.5	5.69	5.52	0.270	1.76	0.86	2.18	1.96	2.05	1.51	1.51	14.2	2.30	2.04	1.45	0.88
75 x 6	75	6	7	3.5	6.29	6.12	0.289	1.88	0.91	2.32	2.11	2.20	1.60	1.60	16.0	2.43	2.15	1.57	0.95
80 x 6	80	6	7	3.5	6.89	6.72	0.308	2.00	0.96	2.46	2.25	2.34	1.70	1.70	17.8	2.57	2.27	1.65	0.97
85 x 6	85	6	7	3.5	7.49	7.32	0.327	2.12	1.01	2.60	2.39	2.48	1.80	1.80	19.6	2.69	2.37	1.71	0.97
90 x 6	90	6	7	3.5	8.09	7.92	0.346	2.24	1.06	2.74	2.53	2.62	1.90	1.90	21.4	2.81	2.49	1.77	0.97
95 x 6	95	6	7	3.5	8.69	8.52	0.365	2.36	1.11	2.88	2.67	2.76	2.00	2.00	23.2	2.93	2.61	1.81	0.97
100 x 6	100	6	7	3.5	9.29	9.12	0.384	2.48	1.16	3.02	2.79	2.88	2.10	2.10	25.0	3.05	2.73	1.85	0.97
105 x 6	105	6	7	3.5	9.89	9.72	0.403	2.60	1.21	3.16	2.91	3.00	2.20	2.20	26.8	3.17	2.85	1.89	0.97
110 x 6	110	6	7	3.5	10.49	10.32	0.422	2.72	1.26	3.30	3.03	3.12	2.30	2.30	28.6	3.29	2.97	1.93	0.97
115 x 6	115	6	7	3.5	11.09	10.92	0.441	2.84	1.31	3.44	3.15	3.24	2.40	2.40	30.4	3.41	3.09	1.97	0.97
120 x 6	120	6	7	3.5	11.69	11.52	0.460	2.96	1.36	3.58	3.27	3.36	2.50	2.50	32.2	3.53	3.21	2.01	0.97
125 x 6	125	6	7	3.5	12.29	12.12	0.479	3.08	1.41	3.72	3.39	3.48	2.60	2.60	34.0	3.65	3.33	2.05	0.97
130 x 6	130	6	7	3.5	12.89	12.72	0.498	3.20	1.46	3.86	3.49	3.58	2.70	2.70	35.8	3.77	3.45	2.09	0.97
135 x 6	135	6	7	3.5	13.49	13.32	0.517	3.32	1.51	4.00	3.61	3.70	2.80	2.80	37.6	3.89	3.57	2.13	0.97
140 x 6	140	6	7	3.5	14.09	13.92	0.536	3.44	1.56	4.14	3.73	3.82	2.90	2.90	39.4	4.01	3.69	2.17	0.97
145 x 6	145	6	7	3.5	14.69	14.52	0.555	3.56	1.61	4.28	3.85	3.94	3.00	3.00	41.2	4.13	3.81	2.21	0.97
150 x 6	150	6	7	3.5	15.29	15.12	0.574	3.68	1.66	4.42	3.97	4.06	3.10	3.10	43.0	4.25	3.93	2.25	0.97
155 x 6	155	6	7	3.5	15.89	15.72	0.593	3.80	1.71	4.56	4.09	4.18	3.20	3.20	44.8	4.37	4.05	2.29	0.97
160 x 6	160	6	7	3.5	16.49	16.32	0.612	3.92	1.76	4.70	4.21	4.30	3.30	3.30	46.6	4.49	4.17	2.33	0.97
165 x 6	165	6	7	3.5	17.09	16.92	0.631	4.04	1.81	4.84	4.33	4.42	3.40	3.40	48.4	4.61	4.29	2.37	0.97
170 x 6	170	6	7	3.5	17.69	17.52	0.650	4.16	1.86	4.98	4.45	4.54	3.50	3.50	50.2	4.73	4.41	2.41	0.97
175 x 6	175	6	7	3.5	18.29	18.12	0.669	4.28	1.91	5.12	4.57	4.66	3.60	3.60	52.0	4.85	4.53	2.45	0.97
180 x 6	180	6	7	3.5	18.89	18.72	0.688	4.40	1.96	5.26	4.69	4.78	3.70	3.70	53.8	4.97	4.65	2.49	0.97
185 x 6	185	6	7	3.5	19.49	19.32	0.707	4.52	2.01	5.40	4.81	4.90	3.80	3.80	55.6	5.09	4.77	2.53	0.97
190 x 6	190	6	7	3.5	20.09	19.92	0.726	4.64	2.06	5.54	4.93	5.02	3.90	3.90	57.4	5.21	4.89	2.57	0.97
195 x 6	195	6	7	3.5	20.69	20.52	0.745	4.76	2.11	5.68	5.05	5.14	4.00	4.00	59.2	5.33	5.01	2.61	0.97
200 x 6	200	6	7	3.5	21.29	21.12	0.764	4.88	2.16	5.82	5.17	5.26	4.10	4.10	61.0	5.45	5.13	2.65	0.97
205 x 6	205	6	7	3.5	21.89	21.72	0.783	5.00	2.21	5.96	5.29	5.38	4.20	4.20	62.8	5.57	5.25	2.69	0.97
210 x 6	210	6	7	3.5	22.49	22.32	0.802	5.12	2.26	6.10	5.41	5.50	4.30	4.30	64.6	5.69	5.37	2.73	0.97
215 x 6	215	6	7	3.5	23.09	22.92	0.821	5.24	2.31	6.24	5.53	5.62	4.40	4.40	66.4	5.81	5.49	2.77	0.97
220 x 6	220	6	7	3.5	23.69	23.52	0.840	5.36	2.36	6.38	5.65	5.74	4.50	4.50	68.2	5.93	5.61	2.81	0.97
225 x 6	225	6	7	3.5	24.29	24.12	0.859	5.48	2.41	6.52	5.77	5.86	4.60	4.60	70.0	6.05	5.73	2.85	0.97
230 x 6	230	6	7	3.5	24.89	24.72	0.878	5.60	2.46	6.66	5.89	5.98	4.70	4.70	71.8	6.17	5.85	2.89	0.97
235 x 6	235	6	7	3.5	25.49	25.32	0.897	5.72	2.51	6.80	6.01	6.10	4.80	4.80	73.6	6.29	5.97	2.93	0.97
240 x 6	240	6	7	3.5	26.09	25.92	0.916	5.84	2.56	6.94	6.13	6.22	4.90	4.90	75.4	6.41	6.09	2.97	0.97
245 x 6	245	6	7	3.5	26.69	26.52	0.935	5.96	2.61	7.08	6.25	6.34	5.00	5.00	77.2	6.53	6.21	3.01	0.97
250 x 6	250	6	7	3.5	27.29	27.12	0.954	6.08	2.66	7.22	6.37	6.46	5.10	5.10	79.0	6.65	6.33	3.05	0.97
255 x 6	255	6	7	3.5	27.89	27.72	0.973	6.20	2.71	7.36	6.49	6.58	5.20	5.20	80.8	6.77	6.45	3.09	0.97
260 x 6	260	6	7	3.5	28.49	28.32	0.992	6.32	2.76	7.50	6.61	6.70	5.30	5.30	82.6	6.89	6.57	3.13	0.97
265 x 6	265	6	7	3.5	29.09	28.92	1.011	6.44	2.81	7.64	6.73	6.82	5.40	5.40	84.4	7.01	6.69	3.17	0.97
270 x 6	270	6	7	3.5	29.69	29.52	1.030	6.56	2.86	7.78	6.85	6.94	5.50	5.50	86.2	7.13	6.81	3.21	0.97
275 x 6	275	6	7	3.5	30.29	30.12	1.049	6.68	2.91	7.92	6.97	7.06	5.60	5.60	88.0	7.25	6.93	3.25	0.97
280 x 6	280	6	7	3.5	30.89	30.72	1.068	6.80	2.96	8.06	7.09	7.18	5.70	5.70	89.8	7.37	7.05	3.29	0.97
285 x 6	285	6	7	3.5	31.49	31.32	1.087	6.92	3.01	8.20	7.21	7.30	5.80	5.80	91.6	7.49	7.17	3.33	0.97
290 x 6	290	6	7	3.5	32.09	31.92	1.106	7.04	3.06	8.34	7.33	7.42	5.90	5.90	93.4	7.61	7.29	3.37	0.97
295 x 6	295	6	7	3.5	32.69	32.52	1.125	7.16	3.11	8.48	7.45	7.54	6.00	6.00	95.2	7.73			

A large, faint watermark of the university's circular logo is centered in the background, containing the Latin motto "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" and the year "MCMXVII".

ANEXO 9

FICHA TÉCNICA: VÁLVULA DE SEGURIDAD

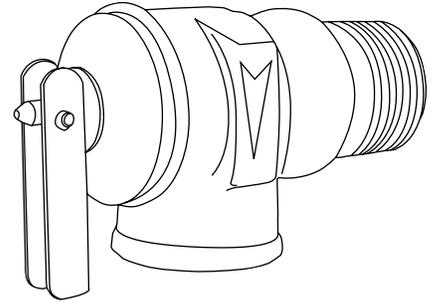
F-30 Safety Relief Valve

DESCRIPTION

The Cash Acme F-30 is a compact and economical ASME Safety Relief Valve for use on hot water space heating boilers, water supply heaters, and storage tanks.

The Cash Acme F-30 Relief Valve is designed for use on hot water service only and is **not to be used on steam**.

The Cash Acme F-30 is available in 3/4" size only. The standard factory pressure relief setting of 30 psi. Our F-30 pressure only relief valve features an all brass body, brass internal parts, a silicone seat disc and a stainless steel pressure spring.



FEATURES AND BENEFITS

Compact and economical:
Saves space and money!

Listed by ASME:
Inspector friendly, peace of mind!

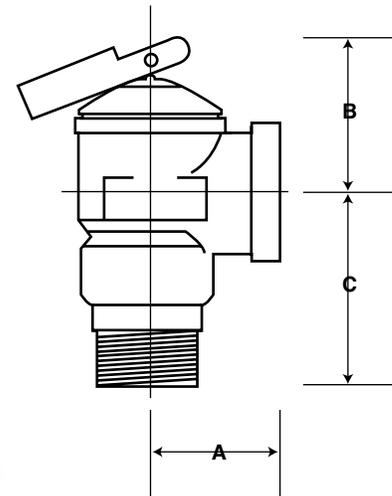
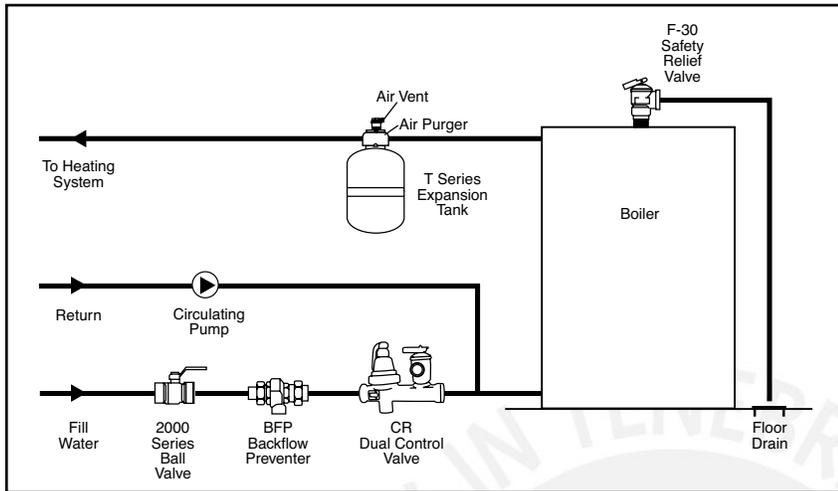
Every valve is tested for performance prior to shipping:
Specify and install with confidence.

SPECIFICATION

A pressure only relief valve shall be installed to protect the vessel. The valve shall have a relief capacity of 510,000 BTU/HR. The valve shall have a set pressure of 30 psi and shall be ASME certified. The valve shall be a **Cash Acme F-30 ASME Safety Relief Valve**.

F-30 Safety Relief Valve

TYPICAL INSTALLATION



Dimensions	A	B	C
3/4"	1-1/4"	1-9/16"	1-13/16"

SPECIFICATION DATA

Performance:

Set pressure 30 psi
 Service Water

Materials:

Body Brass
 Internal Parts Brass and stainless steel
 Seat Disc Silicone
 Pressure Spring Stainless steel

CONNECTIONS

Threaded 3/4" male inlet and female outlet

CERTIFICATIONS

The Cash Acme F-30 Relief Valve is listed by ASME.

A large, faint watermark of the university's logo is centered on the page, featuring the Latin motto "ET LUX IN TENEBRIS LUCET" and the year "MCMXVII".

ANEXO 10

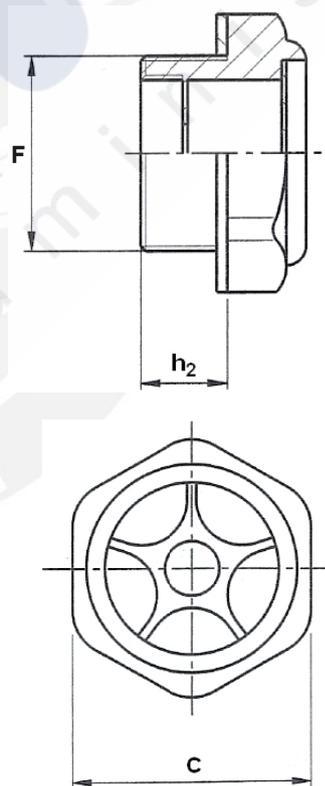
FICHA TÉCNICA: VISOR DE NIVEL

VISOR DE NIVEL ROSCADO DE ALUMINIO



- Indicador de nivel roscado de cabeza hexagonal, fabricado en aluminio y cristal.
- Junta de Tesnit BA50 con grafito.
- Temperatura máxima 130°C.
- Reflector de aluminio
- Presión máxima 10 bar.

F	h2	C
1/4" Gas	8	17
3/8" Gas	8	22
1/2" Gas	9	27
3/4" Gas	10	32
1" Gas	14	41
1 1/4" Gas	14	50
1 1/2" Gas	14	55
2" Gas	14	70



ANEXO 11

FICHA TÉCNICA: AISLAMIENTO TERMICO



Inicio | Area de Clientes | Intranet | Webmail

INICIO | QUIENES SOMOS | PRODUCTOS | SERVICIOS | VIDEOS | AREA DE ACTIVIDAD | UBICACION | CONTACTENOS

Nuestros ServiciosObras



DETALLE DE PRODUCTOS



Lana de Vidrio Térmico y Acústico Hidrorepelente

Fieltro pesado de lana de vidrio hidrorepelente Isover.

Aplicación:

Aislación térmica para instalar sobre cielorrasos suspendidos y entretechos en posición horizontal, vertical o inclinada sin cargas.

Hidrorepelente:

El agua y la humedad no lo afectan. Por lo tanto se mantiene inalterable ante cualquier filtración de agua.

Comportamiento al fuego:

Incombustible

MO según Norma UNE 23727

RE1 según Norma IRAM 11910

No emite humos oscuros, ni gases tóxicos.

Temperatura aconsejable de trabajo, hasta 250° C en cara caliente.



Somos su mejor opción en aislamientos térmicos y acústicos...

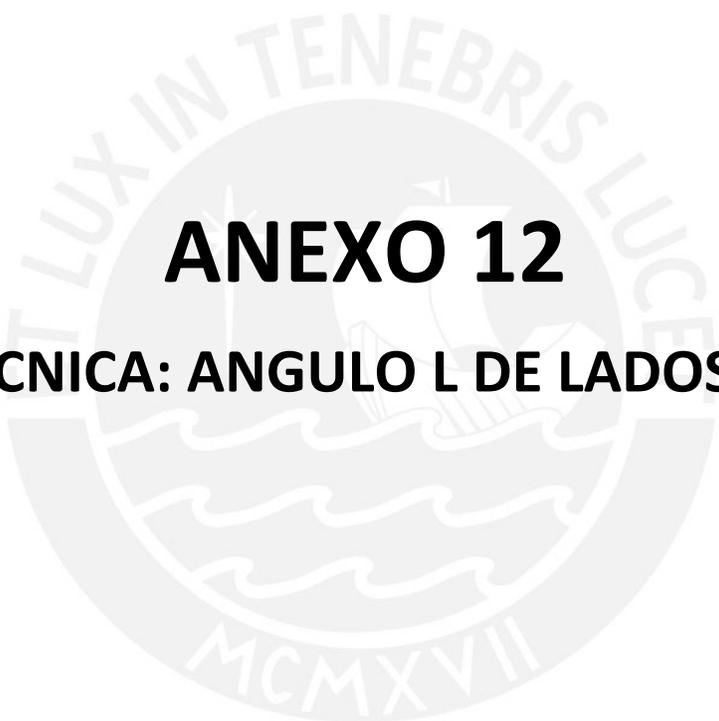
Registros 1 a 1 de 1

[INICIO](#) | [QUIENES SOMOS](#) | [PRODUCTOS](#) | [SERVICIOS](#) | [VIDEOS](#) | [AREA DE ACTIVIDAD](#) | [UBICACION](#) | [CONTACTENOS](#)

Copyright © Aisla peru - S.A.C. todos los derechos reservados
Jr. Recuay N° 962 – Breña – Lima – Perú.
Teléfono:(+511) 431-8856 / Telefax:(+511) 433-3842 / Nextel: 608*7220
Ventas: ventas@aislaperu.com / ventas1@aislaperu.com
Proyectos: proyectos@aislaperu.com



Site created by : Arieseder Consultoria Web



ANEXO 12

FICHA TÉCNICA: ANGULO L DE LADOS IGUALES

ÁNGULOS ESTRUCTURALES

CALIDADES: A36/A572-G50



ISO 9001:2008
Certificado N° 33215

ISO 14001:2004
Certificado N° 46565
Certificado N° 42949

OHSAS 18001:2007
Certificado N° 46566
Certificado N° 44328

**ACEROS
AREQUIPA**

*Elige Bien,
Elige Seguridad*



ÁNGULOS ESTRUCTURALES

CALIDADES: A36/A572-G50

DENOMINACIÓN:
L DUAL A36/A572-G50

DESCRIPCIÓN:
Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

USOS:
Para la fabricación de estructuras de acero en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industrial naval, carrocerías, torres de transmisión. También se pueden utilizar para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
• Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M y ASTM A572/A572
• Composición Química: ASTM A36 / A36M y ASTM A572/A572
• Tolerancias Dimensionales: ASTM A6/A6M

PRESENTACIÓN:
Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES Y PESOS:

DIMENSIONES	PESO ESTIMADO		
	Pulg.	Lb/pie	Kg/m
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0,929	1,382	8,292
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,230	1,830	10,983
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1,800	2,679	16,072
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2,340	3,482	20,894
2 x 2 x 1/8	1,650	2,455	14,733
2 x 2 x 3/16	2,440	3,631	21,787
2 x 2 x 1/4	3,190	4,747	28,483
2 x 2 x 5/16	3,920	5,834	35,002
2 x 2 x 3/8	4,700	6,994	41,966
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3,070	4,569	27,412
2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4,100	6,101	36,609
2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	5,000	7,441	44,645
2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5,900	8,780	52,681
3 x 3 x 1/4	4,900	7,292	43,752
3 x 3 x 5/16	6,100	9,078	54,467
3 x 3 x 3/8	7,200	10,715	64,289
3 x 3 x 1/2	9,400	13,989	83,932
4 x 4 x 1/4	6,600	9,822	58,932
4 x 4 x 5/16	8,200	12,203	73,218
4 x 4 x 3/8	9,800	14,584	87,504
4 x 4 x 1/2	12,800	19,048	114,288

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

NORMA	%C máx	%Mn máx	%Si máx	%P máx	%S máx	%Nb Tipo 1	%V Tipo 2
ASTM A36/36M	0,23	1,35	0,4	0,04	0,05	0,005 - 0,050	0,01 - 0,15
ASTM A572/A572							
Grado 50							

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 3,520 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,590 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm:
 - 3/32", 1/8" y 3/16" = 15% mínimo.
 - 1/4" = 17,5% mínimo.
 - 5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0% mínimo.
- Soldabilidad = Buena

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

Sistema Inglés

NORMA TÉCNICA	DIMENS. NOMIN.	LONG. DE ALA (L-mm)	DIFER. ENTRE ALAS (ΔL-mm) ¹	ESPESOR			DESV. MÁX. DE RECTITUD ² (f-mm/m)	LONG. (l - mm)
				e≤3/16"	3/16"<e≤3/8"	e>3/8"		
ASTM A6/A6M	1 1/2" y 2"	±1,19	1,78	±0,25	±0,25	±0,30	4,16	+ 50
	2 1/2"	±1,58	1,90	±0,30	±0,38	±0,38		
	3"	+3,17	2,77	----- ^(?)	----- ^(?)	----- ^(?)	2,08	- 0
	4"	-2,38						

(1) La máxima diferencia entre alas 75%, 60% y 50% de la tolerancia total de longitud de alas, respectivamente según la dimensión del ángulo. Fuera de Escuadra entre Alas: máximo permitido +/- 1,5°.

(2) El peso métrico no deberá variar más de +/- 2,5% del peso nominal.

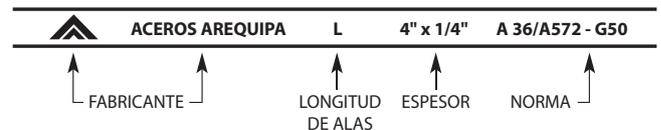
(3) No incluye puntas dobladas.

Corte en los extremos

Se acepta el corte con cizalla en frío.

IDENTIFICACIÓN:

Los ángulos son identificados con marcas estampadas que indican el fabricante, las dimensiones nominales y las Normas, según el siguiente esquema:



CFDM003DM / 00 / AGO 13



CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

LIMA: Av. Enrique Meiggs 297, Parque Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao - Callao 3-Perú. Tlf: (51) (1) 517-1800 / Fax Central (51) (1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Parque Industrial. Arequipa - Perú. Tlf.(51) (54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica - Perú. Tlf. (51) (56) 53 - 2967, (51)(56) 53-2969 / Fax. (51)(56) 53-2971.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:

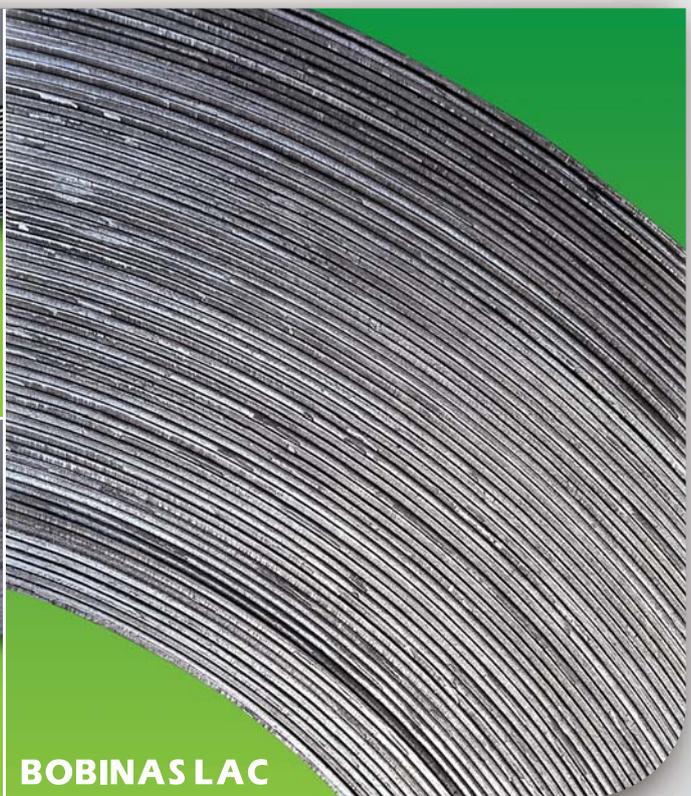
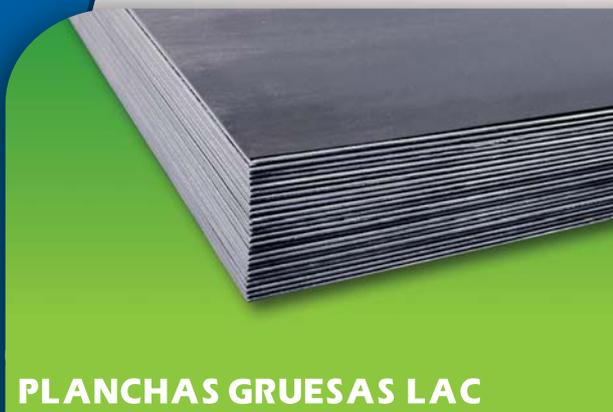


ANEXO 13

FICHA TÉCNICA: PLANCHA DE ACERO

LAMINADOS EN CALIENTE

- **Planchas Gruesas LAC**
- **Planchas Delgadas LAC**
- **Bobinas LAC**



ISO 9001

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
Planta 1: Certificado N° 33215
Planta 2: Certificado N° 32450

ISO 14001

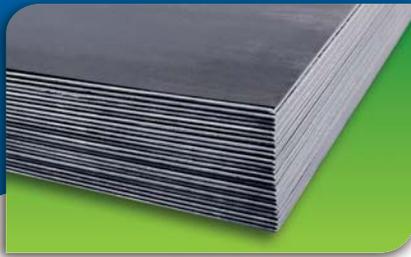
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL
Planta 2: Certificado N° 42949

OHSAS 18001

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD
Y SALUD OCUPACIONAL
Planta 2: Certificado N° 44328



*Elige Bien,
Elige Seguridad*



PLANCHAS GRUESAS LAC

DENOMINACIÓN:
PGLAC A1011 TB, PGLAC A36.

DESCRIPCIÓN Y USO:
Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores mayores que 4.75 mm, destinadas para la construcción de silos, plataformas, embarcaciones, equipamiento pesado, carrocerías, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Comercial	ASTM A1011 Tipo B
Estructural	ASTM A36

DIMENSIONES NOMINALES:

PGLAC A1011 Tipo B (mm)	PGLAC A36 (mm)	
5.9 x 1,200 x 2,400	6.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 1,500 x 6,000
	8.0 x 1,200 x 2,400	25.0 x 2,400 x 6,000
	8.0 x 1,500 x 6,000	25.0 x 3,000 x 6,000
	8.0 x 2,400 x 6,000	32.0 x 1,500 x 6,000
	8.0 x 3,000 x 6,000	32.0 x 2,400 x 6,000
	9.0 x 1,200 x 2,400	32.0 x 3,000 x 6,000
	9.0 x 1,500 x 6,000	38.0 x 1,500 x 6,000
	9.0 x 2,400 x 6,000	38.0 x 2,400 x 6,000
	9.0 x 3,000 x 6,000	38.0 x 3,000 x 6,000
	12.0 x 1,200 x 2,400	50.0 x 1,500 x 6,000
	12.0 x 1,500 x 6,000	50.0 x 2,400 x 6,000
	12.0 x 2,400 x 6,000	50.0 x 3,000 x 6,000
	12.0 x 3,000 x 6,000	
	16.0 x 1,500 x 6,000	
	16.0 x 2,400 x 6,000	
	16.0 x 3,000 x 6,000	
	19.0 x 1,500 x 6,000	
	19.0 x 2,400 x 6,000	
	19.0 x 3,000 x 6,000	

Previa consulta y a pedido también se suministra en otras longitudes.

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%)

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	%P MÁX.	%S MÁX.	%Si MÁX.
A1011 TIPO B	0.02 – 0.15	0.60	0.030	0.035	---
A36	0.25 máx	0.8 - 1.20 (e > 3/4")	0.040	0.050	0.40

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA ASTM	LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%) en 50 mm	DOBLADO
Comercial	A1011 TB	2,110–3,510 (*)	----	25 mín (*)	a 180°(sobre sí mismo)
Estructural	A36	2,530 mín.	4080-5610	20 mín.	a 180°(opcional) Diámetro Pin = 3e Sentido Laminación

(*) Referencial

TOLERANCIAS DIMENSIONALES: Según JIS G3193 Simplificado

ESPESOR NOMINAL (mm)	TOLERANCIAS (mm)				
	Espesor	Aplanado	Ancho	Longitud	Camber
5.9	± 0.50	14	+15	+25	5mm/m
6	± 0.50	13			
8.0, 9.0	± 0.55	13	-0	-0	máx
12.0	± 0.55	12			
16.0, 19.0	± 0.65	12			
25.0, 32.0, 38.0	± 0.70	9			
50.0	± 0.80	8			

PLANCHAS DELGADAS LAC



DENOMINACIÓN:

PDLAC A1011 TB, PDLAC A36

DESCRIPCIÓN Y USO:

Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores que 4.75 mm, destinadas para la construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Comercial	ASTM A1011 Tipo B
Estructural	ASTM A36

DIMENSIONES NOMINALES:

CALIDAD COMERCIAL PDLAC 1011 TB (mm)	CALIDAD ESTRUCTURAL PDLAC A36 (mm)
1.8 x 1,200 x 2,400	3.0 x 1,500 x 6,000
1.9 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,200 x 2,400
2.0 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,500 x 6,000
2.2 x 1,100 x 2,400	
2.2 x 1,200 x 2,400	
2.3 x 1,200 x 2,400	
2.4 x 1,200 x 2,400	
2.5 x 1,200 x 2,400	
2.8 x 1,200 x 2,400	
2.9 x 1,200 x 2,400	
3.0 x 1,200 x 2,400	
4.0 x 1,200 x 2,400	
4.4 x 1,200 x 2,400	

Previa consulta y a pedido también se suministra en otras longitudes.

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%)

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	% P MÁX.	%S MÁX.	% Si MÁX.
A1011	0.02 – 0.15	0.60	0.030	0.035	---
A36	0.25 máx	0.8 - 1.20 (e > 3/4")	0.040	0.050	0.40

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA ASTM	LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%) en 50 mm	DOBLADO
Comercial	A1011 TB	2,110 – 3,510 (*)	----	25.0% mín (*)	a 180°(sobre sí mismo)
Estructural	A36	2,550	4,080-5,610	20.0% mín.	a 180°(opcional) Diámetro Pin = 3e Sentido Laminación

(*) Referencial

TOLERANCIAS DIMENSIONALES: Según JIS G3193.

ESPESOR NOMINAL e (mm)	TOLERANCIAS (mm)						
	Camber	Aplanado	Ancho		Longitud	Espesor	
			≤1200	1500		Ancho 1200	Ancho 1500
1.8 - 1.9	10 mm/m máx	18 máx	+30	+35	+25	± 0.19	± 0.23
2.0 - 2.4		18 máx				± 0.20	± 0.25
2.5 - 3.0		18 máx	-0	-0	-0	± 0.22	± 0.29
4.0 - 4.75		14 máx				± 0.45	± 0.55



BOBINAS LAC

DENOMINACIÓN:
BLAC A1011, BLAC A36

DESCRIPCIÓN:
Bobinas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación.

USOS:
Se usa en la fabricación de tubos y perfiles plegados. Asimismo, luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.

NORMAS TÉCNICAS:

DESIGNACIÓN	NORMAS TÉCNICAS
Comercial	ASTM A1011 Tipo B
Estructural	ASTM A36

PRESENTACIÓN:
Se presenta en calidad comercial y en calidad estructural. Las bobinas se entregan con peso mínimo de 5 TM aproximadamente.
Embalaje: Las bobinas deben ser ensuchadas longitudinalmente y transversalmente.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE COLADA (%):

CALIDAD ASTM	%C	%Mn MÁX.	% P MÁX.	%S MÁX.	% Si MÁX.
A1011	0.02 - 0.15	0.60	0.030	0.035	---
A36	0.25 máx	0.58 - 1.20 (e < 3/4")	0.040	0.050	0.40

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA ASTM	LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%) en 50 mm	DOBLADO
Comercial	A1011 TB	2,110-3,510 (*)	--	25 mín (*)	a 180° (sobre sí mismo)
Estructural	A36	2,530 mín.	4,080-5,610	20 mín.	a 180° (opcional) Diámetro Pin=3e Sentido Laminación

(*) Referencial

DIMENSIONES NOMINALES:

CALIDAD ASTM A1011 (mm)		CALIDAD ASTM A36 (mm)	
1.8 x 1,200	2.5 x 1,200	3.0 x 1,500	8.0 x 1,500
1.9 x 1,200	2.9 x 1,200	4.5 x 1,200	9.0 x 1,200
2.0 x 1,200	4.0 x 1,200	4.5 x 1,500	9.0 x 1,500
2.2 x 1,100	4.4 x 1,200	6.0 x 1,200	12.0 x 1,200
2.2 x 1,200	5.9 x 1,200	8.0 x 1,200	12.0 x 1,500
2.3 x 1,200			

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:

ESESOR NOMINAL (mm)	TOLERANCIAS (mm)		
	Esesor	Ancho	
		1000 - 1200	1250 - 1600
1.8 - 2.0	± 0.19	+30 -0	+35 -0
2.1 - 2.3	± 0.20		
2.5 - 3.0	± 0.22		
4.0 - 4.5	± 0.45		
5.9 - 6.0	± 0.50		
8.0 - 12.0	± 0.55		

LFDMM003DM / 03 / NOV10



CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

LIMA: Av. Enrique Meiggs 297, Parque Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao - Callao 3-Perú. Tlf: (51) (1) 517-1800 / Fax Central (51) (1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Parque Industrial. Arequipa - Perú. Tlf.(51) (54) 23-2430 / Fax. (51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica - Perú. Tlf. (51) (34) 53 - 2967, (51)(34) 53-2969 / Fax. (51)(34) 53-2971.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:



ANEXO 14

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ELECTRODOS

Electrodo revestido de tipo celulósico, con penetración profunda, diseñado para uso con corriente alterna o continua.
 Su arco potente y muy estable produce depósitos de muy buena calidad.
 Es aconsejable para la ejecución de pases de raíz y multipase en aceros de bajo contenido de carbono. Para la soldadura de unión en cualquier posición, en especial para vertical ascendente y sobrecabeza.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E6011

Aprobaciones	Grados
ABS	3
LR	3m
GL	3

Análisis Químico del Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,07	0,55	0,30	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V (-20°C) [J]
Sin tratamiento	450 - 550 (62 250 - 79 750)	mín. 360 (52 200)	22 30	mín. 60

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> Mantener en un lugar seco y evitar humedad. No requiere almacenamiento bajo horno.

Posiciones de Soldadura
P, H, Sc, Vd.

Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo		30	50	80	110	140	180
Amperaje máximo		45	70	120	150	200	250

Aplicaciones

- Soldadura recomendable para aceros no templables (aceros dulces) con un máximo de 0,25% de carbono.
- Para soldar aceros de bajo carbono, cuando se desea penetración profunda, poca escoria, cordones no abultados y alta calidad del depósito de soldadura.
- Estructura metálica liviana.
- Para la soldadura de todas las uniones a tope que requieren una buena penetración en el primer pase.
- En la fabricación de construcciones navales, tanques, reservorios y uniones de tubos de acero de bajo carbono.

Tesis publicada con autorización del autor
 No olvide citar esta tesis

Electrodo revestido de tipo básico, de bajo hidrógeno con extraordinarias características mecánicas y de soldabilidad. Presenta un arco muy suave, bajo nivel de salpicaduras y la escoria es de muy fácil remoción. El contenido de hierro en polvo mejora su tasa de depósito. Dentro de su categoría es el producto que presenta los mejores niveles de resistencia a la tracción.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018

Aprobaciones	Grados
ABS	3H15,3Y
LR	3m,3ym
GL	3Y

Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,00	0,60	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	520 - 610 (75 400 - 88 450)	mín. 400 (58 000)	mín.23	[-30 °C (-22 °F)] min. 70 (57)

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> Mantener en un lugar seco y evitar humedad. Almacenamiento en horno: 125 - 150°C. Resecado de 300°C a 350 °C por 2 horas.

Posiciones de Soldadura				
P, H, Va, Sc.				
1G	2G	3G	4G	5G

Parámetros de Soldeo Recomendados

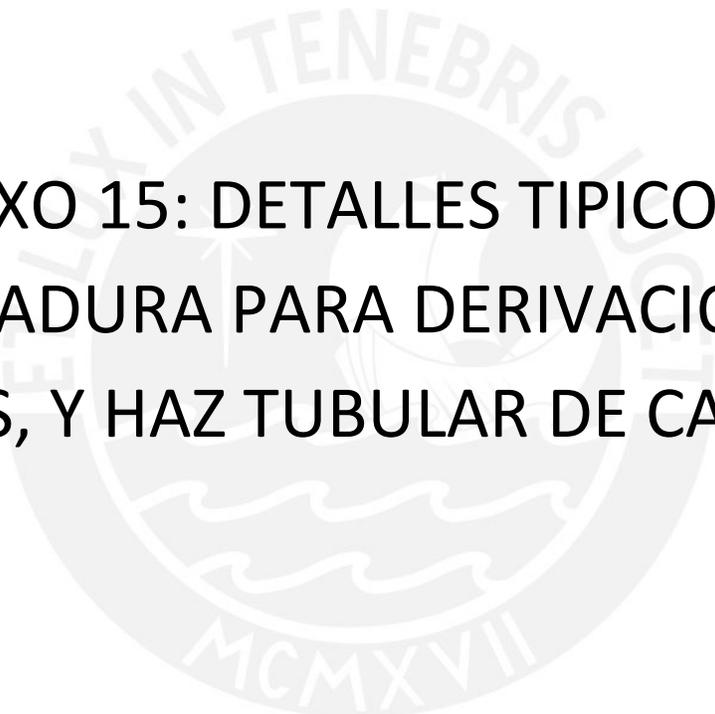
Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo	-	60	90	120	170	210	
Amperaje máximo	-	90	140	190	240	280	

Aplicaciones

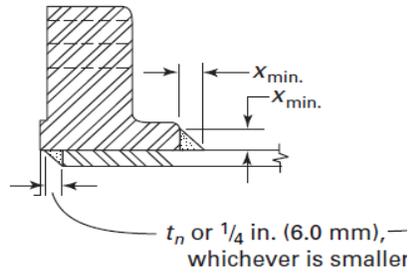
- Para aceros de mediano a alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia y su fácil manejo, especialmente adecuado para: Soldaduras de tuberías de vapor, calderas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, instalaciones de la industria petrolera, petroquímica y minera.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



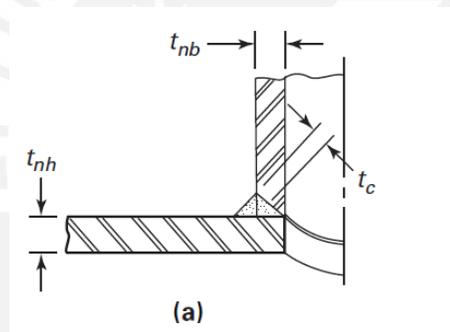
ANEXO 15: DETALLES TÍPICOS DE
SOLDADURA PARA DERIVACIONES,
BRIDAS, Y HAZ TUBULAR DE CALDERA



(a) Front and Back Weld
[See Notes (1) and (2)]

t_n = nominal pipe wall thickness
 $X_{min.}$ = $1.4t_n$ or thickness of the hub, whichever is smaller

Detalle 1: Detalle de soldadura para brida Slip on¹

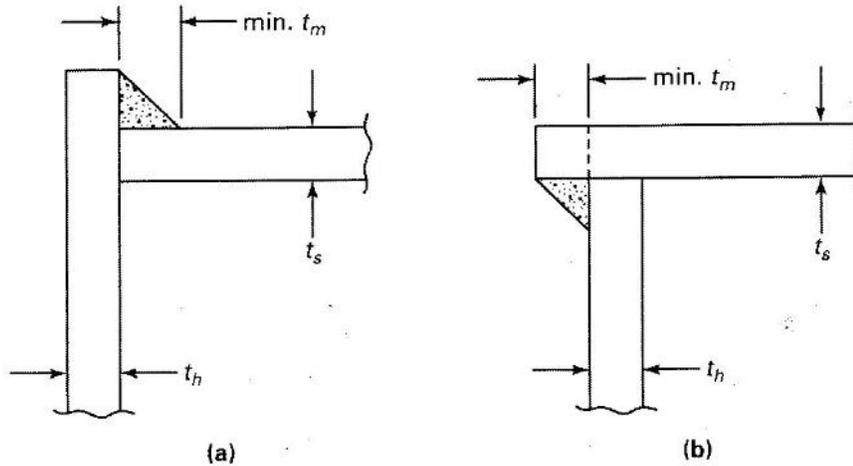


t_c = the smaller of $1/4$ in. (6.0 mm) or $0.7t_{nb}$
 t_{min} = the smaller of t_{nb} or t_{nr}
 t_{nb} = nominal thickness of branch wall, in. (mm)
 t_{nh} = nominal thickness of header wall, in. (mm)
 t_{nr} = nominal thickness of reinforcing element (ring or saddle), in. (mm)

Detalle 2: Detalle de soldadura para ramificaciones de la caldera²

¹ Para mayor información revisar la Norma B31.3 Power pipping.

² Para mayor información revisar la Norma B31.3 Power pipping.



t_h = nominal head thickness
 t_m = lesser of t_s or t_h
 t_s = nominal shell thickness

Detalle 3: Detalle de soldadura de Tubo de humo a placa porta tubos.³

Table HW-713 Firetube Extension Through Tubesheets for Welded Construction		
	Tubes Exposed to Primary Furnace Gases [Note (1)]	Tubes Not Exposed to Primary Furnace Gases [Note (1)]
Tubesheet beveled or recessed	min. = the tube shall extend at least through the tubesheet max. = t_{tube}	min. = the tube shall extend at least through the tubesheet max. = greater of t_{tube} or $3/8$ in. (10 mm)
Tubesheet not beveled or recessed	min. = t_{tube} max. = greater of t_{tube} or $1/4$ in. (6 mm)	min. = t_{tube} max. = greater of t_{tube} or $3/8$ in. (10 mm)

Detalle 4: Distancias mínimas y máximas que puede sobre salir el tubo de humo respecto de la placa porta tubos.

³ Este tipo de arreglo de soldadura puede soportar una presión mayor a 30 PSI que es la presión de diseño de nuestra caldera, para mayor información revisar la norma ASME sec. IV