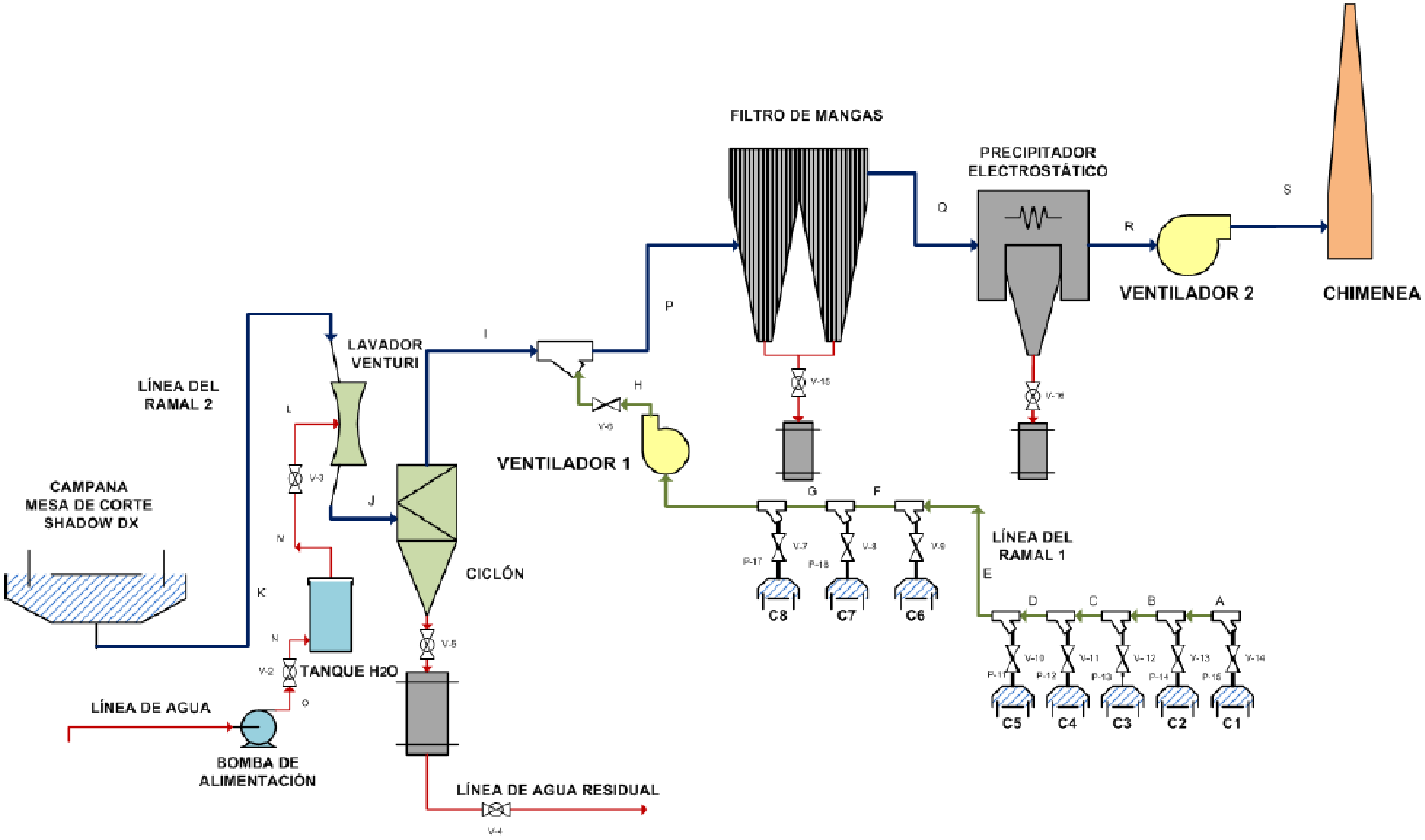
APÉNDICES

APÉNDICE A

PLANOS

☞ Plano 1	Sistema de Extracción Localizada
☞ Plano 2	Campana Ramal 2
☞ Plano 3	Mesa de Corte
☞ Plano 4	Campana Ramal 1.
☞ Plano 5	Ductos y Accesorios.
☞ Plano 6	Ciclón.
☞ Plano 7	Lavador Venturi.


FILTRO DE MANGAS
PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO
Q
R
S
VENTILADOR 2
CHIMENEA
P
I
H
V-6
V-15
V-16
LAVADOR VENTURI
LÍNEA DEL RAMAL 2
L
V-3
J
VENTILADOR 1
CAMPANA MESA DE CORTE SHADOW DX
M
K
N
CICLÓN
TANQUE H2O
V-2
V-5
O
LÍNEA DE AGUA
BOMBA DE ALIMENTACIÓN
LÍNEA DE AGUA RESIDUAL
V-4
G
F
V-7
V-8
V-9
P-17
P-18
C8
C7
C6
LÍNEA DEL RAMAL 1
E
D
C
B
A
V-10
V-11
V-12
V-13
V-14
P-11
P-12
P-13
P-14
P-15
C5
C4
C3
C2
C1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

FIMCP - ESPOL

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	HENRY CARRILLO		17/02/201
CHKD	HELGUERO M.		17/02/201
APPV'D	HELGUERO M.		17/02/201
MFG			
Q.A			

MATERIAL:
SEGÚN TABLA N 4.1

WEIGHT:

TITLE:
SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

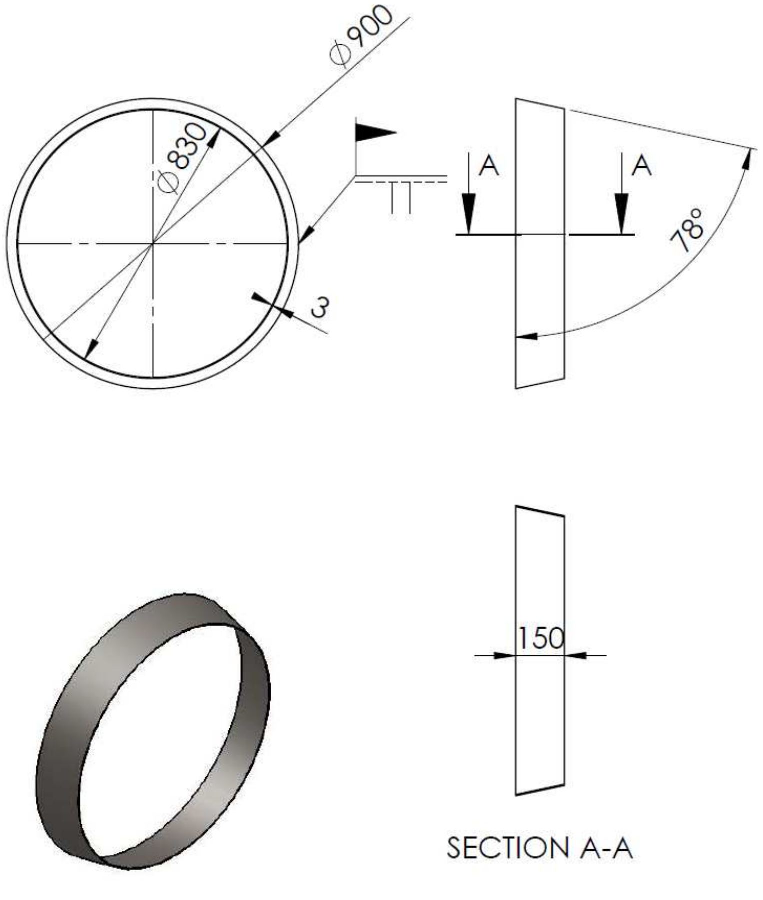
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

DWG NO.
1

A4

SCALE:1:1



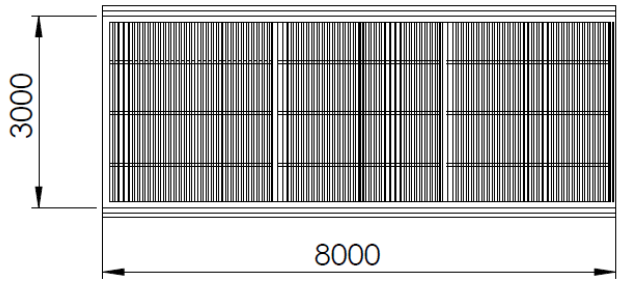
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH: FIMCP - ESPOL	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING REVISION 01

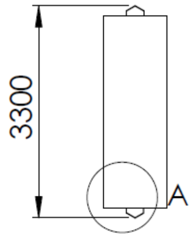
	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	HENRY CARRILLO		18/02/201
CHK'D	HELGUERO M.		18/02/2011
APPV'D	HELGUERO M.		18/02/201
MFG			
Q.A			

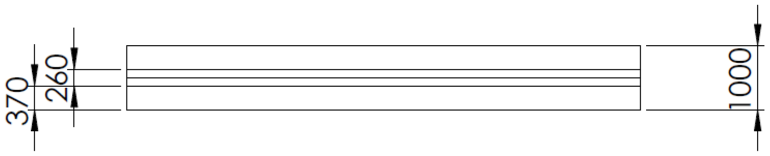
TITLE:

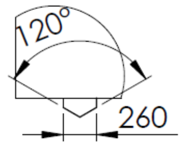
CAMPANA RAMAL 2

MATERIAL: ASTM A 36	DWG NO. 2	A4	
WEIGHT:	SCALE:1:20	SHEET 1 OF 1	

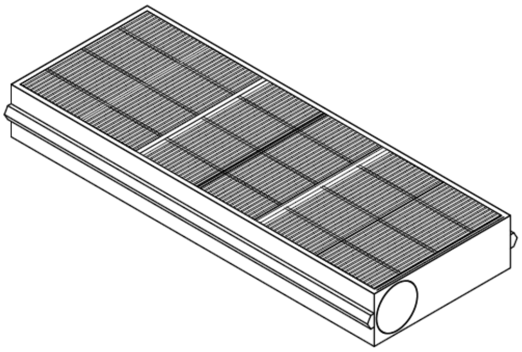








DETAIL A
SCALE 1 : 50



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH: FIMCP-ESPOL	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	HENRY CARRILLO		
CHK'D	HELGUERO M.		
APPV'D	HELGUERO M.		
MFG			
Q.A			

TITLE:

MESA DE CORTE

MATERIAL:
ACERO

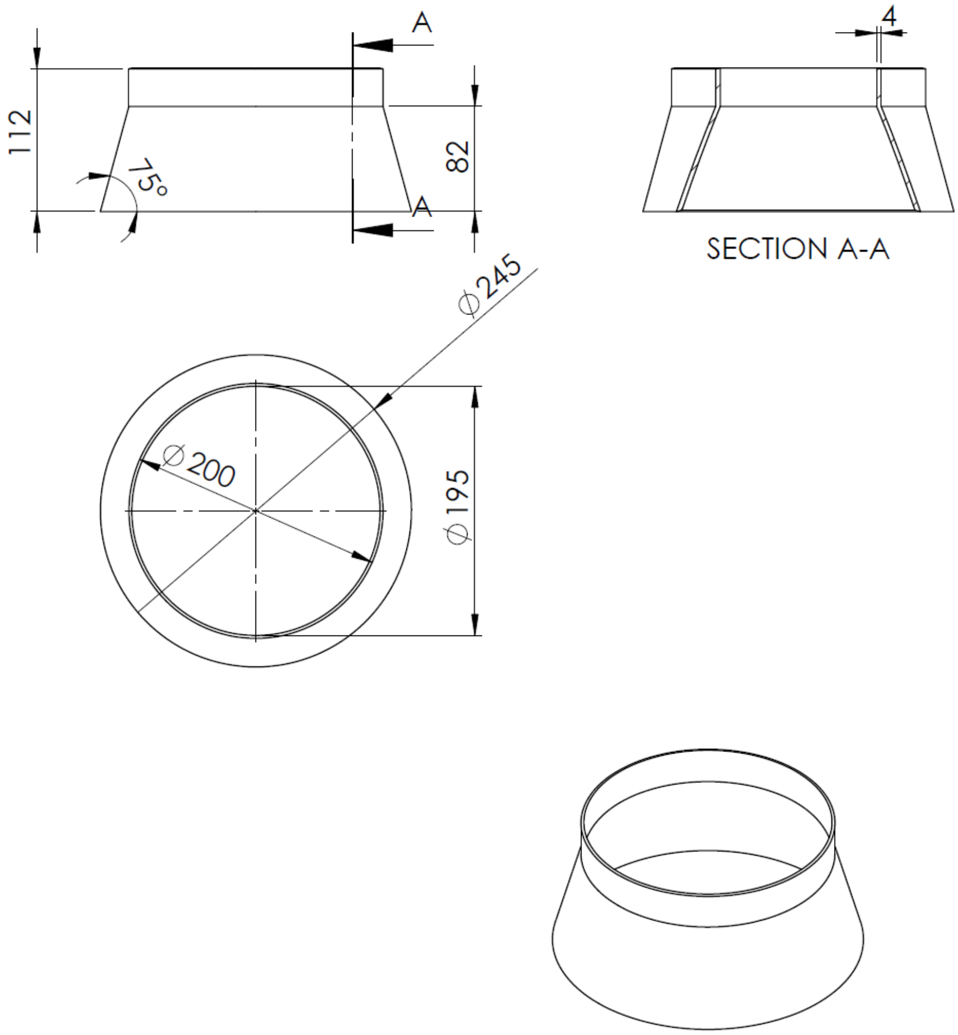
WEIGHT:

DWG NO. 3

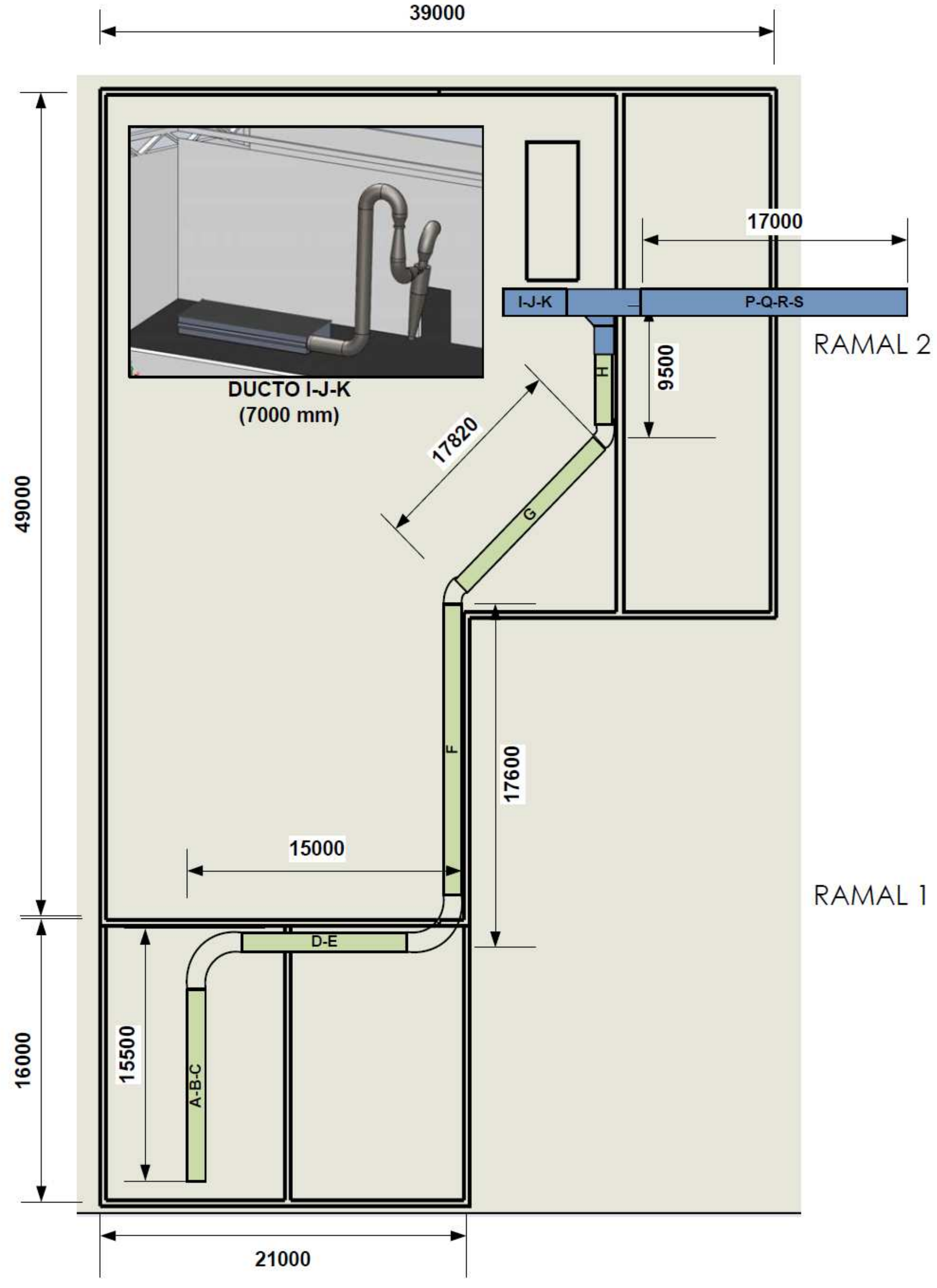
A4

SCALE:1:100

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION 01
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN	HENRY CARRILLO		3/05/2011			CAMPANA RAMAL 1	
CHK'D	HELGUERO M.		3/05/2011				
APPV'D	HELGUERO M.		3/05/2011				
MFG							
Q.A				MATERIAL: ACERO ASTM A36		DWG NO. 4	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:5	SHEET 1 OF 1


39000
49000
16000
17000
I-J-K
P-Q-R-S
RAMAL 2
9500
H
DUCTO I-J-K
(7000 mm)
17820
G
F
17600
15000
RAMAL 1
D-E
15500
A-B-C
21000

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:
FIMCP - ESPOL

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	HENRY CARRILLO		03/05/201
CHK'D	HELGUERO M.		03/05/201
APPV'D	HELGUERO M.		03/05/201
MFG			
Q.A			

TITLE:
DUCTOS Y ACCESORIOS

MATERIAL:
ACERO ASTM A36

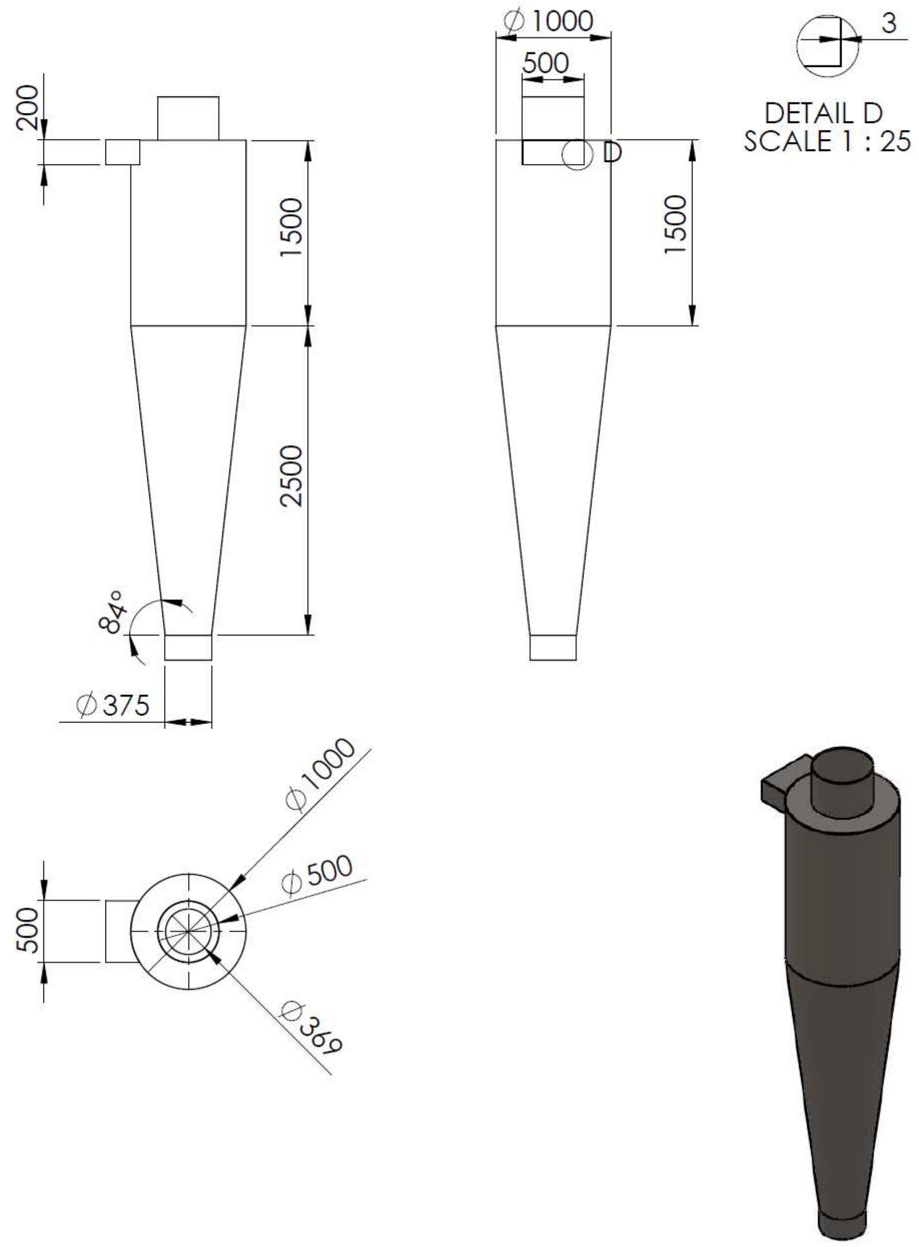
DWG NO.
5

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



200
1500
2500
84°
⌀375
⌀1000
500
1500
D
3
DETAIL D
SCALE 1 : 25
⌀1000
⌀500
500
⌀369

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH: FIMCP - ESPOL	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION 01	

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	HENRY CARRILLO		03/05/201
CHK'D	HELGUERO M.		03/05/2011
APPV'D	HELGUERO M.		
MFG			
Q.A			

TITLE:

CICLÓN

MATERIAL:
ACERO ASTM A36

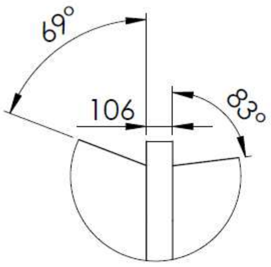
WEIGHT:

DWG NO.
6

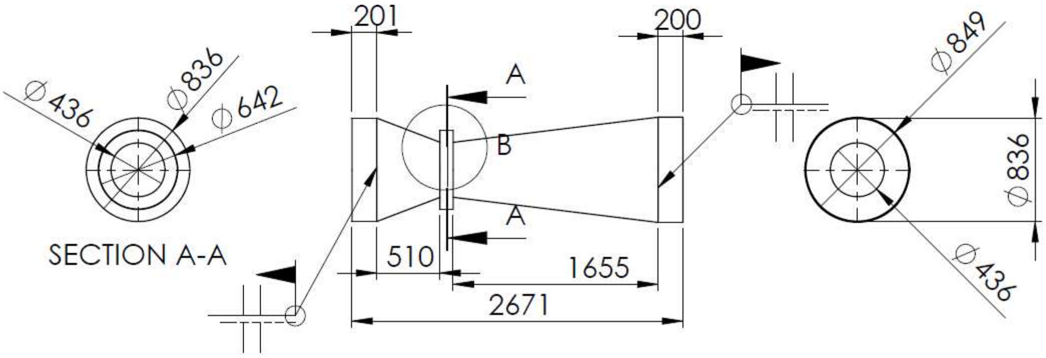
A4

SCALE:1:50

SHEET 1 OF 1



DETAIL B
SCALE 1 : 25


Ø436
Ø836
Ø642
201
A
B
A
200
Ø849
Ø836
Ø436
510
1655
2671

SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH: FIMCP - ESPOL	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION 01	
	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:	
DRAWN	HENRY CARRILLO		02/06/201	LAVADOR VENTURI	
CHK'D	HELGUERO M.		02/06/2011		
APPV'D	HELGUERO M.		02/06/201		
MFG					
Q.A			MATERIAL: ACERO ASTM A36	DWG NO. 7	A4
			WEIGHT:	SCALE:1:50	SHEET 1 OF 1

APÉNDICE B-1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CAMPANAS DE EXTRACCIÓN PARA HUMOS Y GASES DE SOLDADURA

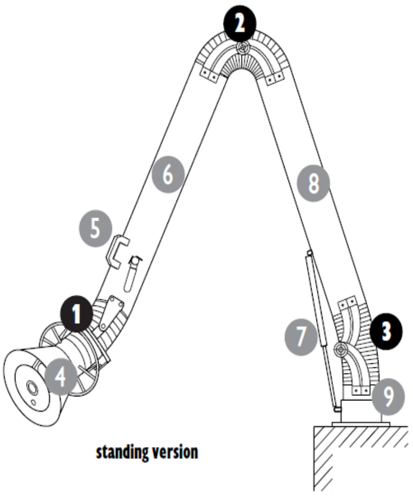
Industrial Strength Fume Arms

Industrial Strength Construction

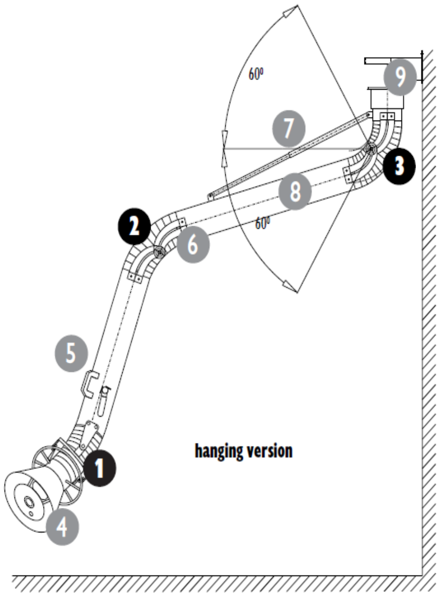
❶ HOOD JOINT
Hood easy to move forward, backward and sideways. All external adjustments.
Flexible hose with gear clamps

❷ MIDDLE JOINT
All external adjustments.
Flexible hose with gear clamps.

❸ SOCKET JOINT
Rotating swivel with safety stop.
All external adjustments.
Flexible hose with gear clamps.



standing version



hanging version

4 Aluminium hood (powder coated) with surrounding grab handle, ready to be fitted with optional light kit.

5 Additonal tube grab handle.

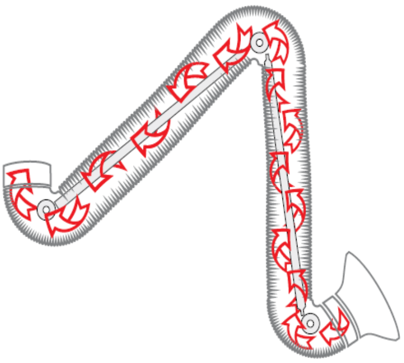
6 Smooth steel tube (powder coated) with standard damper.

7 Support spring or gas shock on the outside on both versions.

8 Smooth steel tube (powder coated).

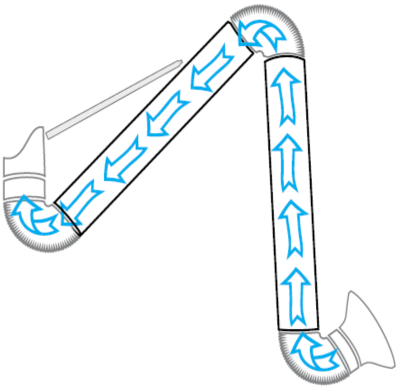
9 Swivel base with predrilled mounting holes

Comparison



Non Oskar fume arm - internal components

- non smooth airflow
- higher static pressure
- hard to clean
- building on joint and compomnents



Oskar fume arm - external components

- smooth airflow
- lower static pressure
- quick cleaning
- minimal build up

© 2008 All Rights Reserved B0808EN01R01

Industrial Strength Fume Arms

Applications:

Welding • Grinding • Polishing • Cutting
Soldering • Chemical Fumes and many more!

Features:

- industrial strength
- versatile design
- smooth tube contstruction
- external joints and supports
- hood and tube grab handles
- air diverter in the hood
- standard damper

Benefits:

- long lasting life time
- user-friendly operation
- higher airflow preformance
- easy to adjust and maintain
- simple positioning
- increased capture velocity
- damper with-in the price

All External Joints and Supports

Standard Damper

Air Diverter and Grab Handle all around the Hood

Oskar's Fume Arms are the most versatile, durable and economical method for capturing air impurities at their source. The construction of steel tubes, flexible hose at joints and external cast aluminium joints allow the arm to be positioned where needed. Oskar's Fume arms come in diameters of 75, 100, 125, 160 and 200mm and lengths up to 4m.

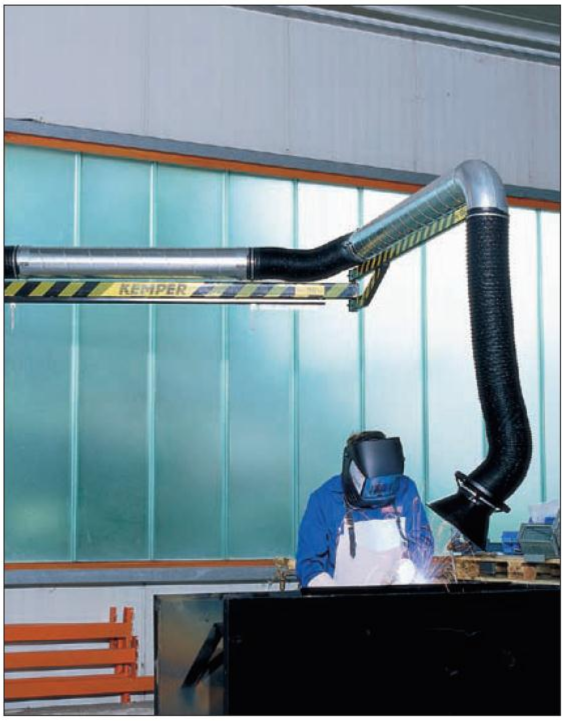
All of Oskar's Fume Arm can be easily equipped with a light kit or larger hood diameters. Oskar's Fume Arms canbe easily used with Oskar's Sliding Suction Rails, Extension Booms, Fans and Modular Units. For more specific information on Oskar's Fume Arms contact your local Oskar Representative or visit our web site at www.oskarairproducts.com

www.oskarairproducts.com email: info@oskarairproducts.com

© 2008 All Rights Reserved B0808EN01R01

Exhaust cranes

The *KEMPER* exhaust cranes with a diameter of 250 mm are very suitable for the extraction of higher air flows. They can be used where huge amounts of dusts are produced during industrial processes.

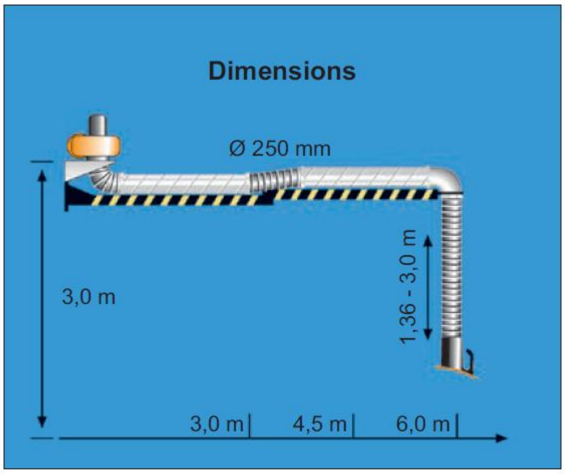


Scope of delivery:
Exhaust crane incl. exhaust hood and wall bracket

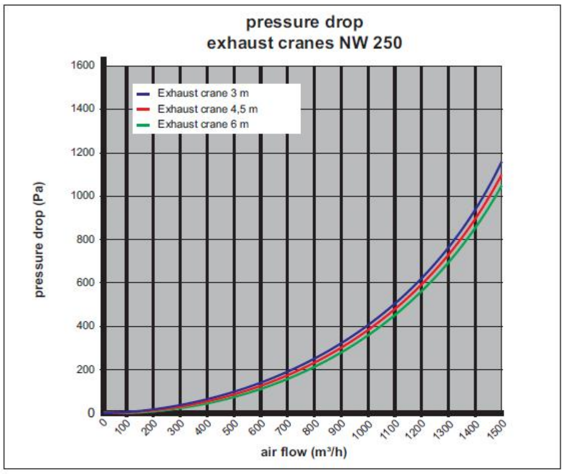
Technical data

Weight at a length of 3,0 m:	70,5 kg
Weight at a length of 4,5 m:	85,5 kg
Weight at a length of 6,0 m:	120,0 kg
Diameter:	250 mm
Noise level at 1.500 m³/h:	aprox. 67 dB (A)

Part No.	Description	€
91 230	Length 3,0 m, Ø 250 mm	1.897,00
91 245	Length 4,5 m, Ø 250 mm	2.225,00
91 260	Length 6,0 m, Ø 250 mm	2.932,00



Suggested installation height



The digram indicates the pressure drop of the exhaust cranes against the air flow.

For adequate fans see page 16.
For ducting systems see page 252.
For accessories and spare parts see page 13 / 14.

APÉNDICE B-2

MSDS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

- ☞ Figura B-1 MSDS Material de Aporte Aluminio 5356. **[6]**
- ☞ Tabla B-2 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes. **[4]**

RADNOR®

Date:	8/1/2007	MSDS No.:	RAD-W400-C
Trade Name:	Radnor Aluminum Wires/Rods		
Sizes:	All		
Supersedes:	10/17/05		

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

For Welding Consumables and Related Products

Conforms to Hazard Communication Standard 29CFR 1910.1200 Rev. October 1988

SECTION I - IDENTIFICATION

Supplier:

Radnor Welding Products
P.O.Box 6675
Radnor, PA 19087

Chemtrec 1-800-424-9300

Product Type: Aluminum Electrodes and Rods

Products: 4043, 5356

SECTION II - HAZARDOUS MATERIAL (1)

IMPORTANT!

This section covers the materials from which this product is manufactured. The fumes and gases produced during welding with the normal use of this product are covered by Section V; see it for industrial hygiene information.
CAS Number shown is representative for the ingredients listed.
(1) The term "hazardous" in "Hazardous Materials" should be interpreted as a term required and defined in the Hazards Communication Standard and does not necessarily imply the existence of any hazard. All materials are listed on the TSCA inventory.

Ingredients:		CAS No.	Wt.%	TLV mg/m^3	PEL mg/m^3
Aluminum wire			100	10*	10*
Nominal wire composition:					
Aluminum*****		7429-90-5	94 - 100	10**	15
Silicon	(4043 only)	7440-21-3	< 6	10*	10*
Magnesium	(5356 only)	7439-95-4	< 5.5	10*	10*
Manganese*****	(5356 only)	7439-96-5	< 0.2	0.2	5 (c)
Chromium *****	(5356 only)	7440-47-3	< 0.2	0.5(a)	1.0(b)

Supplemental Information: (*) Not listed. Nuisance value maximum is 10 milligrams per cubic meter.

(**) TLV for aluminum welding fume is 5 mg/m³.

(*****) **Subject to the reporting requirements of Sections 311, 312, and 313 of the Emergency Planning and Community Right-to-Know Act of 1986 and of 40CFR 370 and 372.**

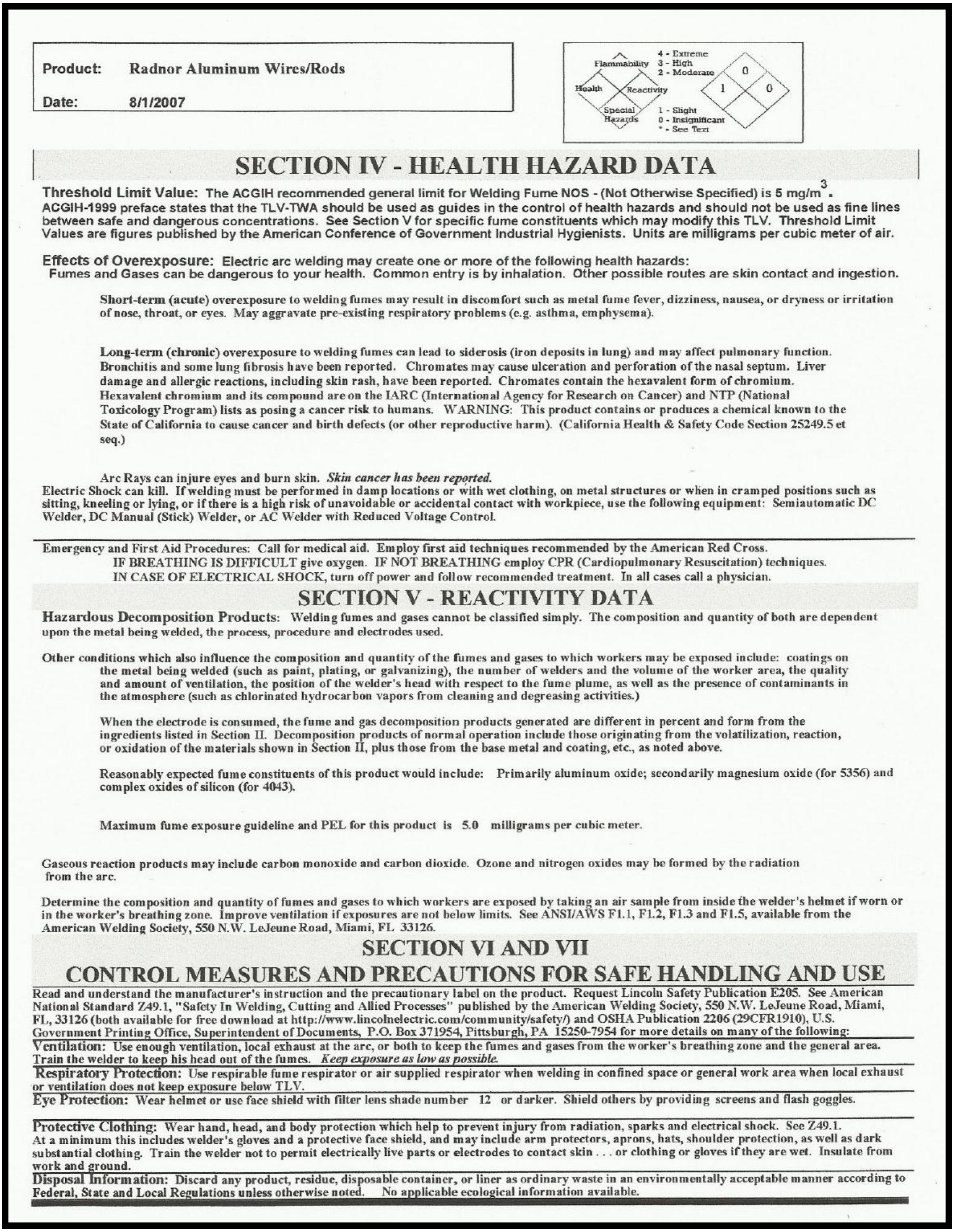
(b) **The OSHA PEL for chromium (VI) is 5 micrograms (0.005 milligrams) per cubic meter. The TLV for water soluble chromium (VI) is 0.05 milligrams per cubic meter and the TLV for insoluble chromium (VI) is 0.01 milligrams per cubic meter.**

(c) Value is for manganese fume. Present PEL is 5 milligrams per cubic meter (ceiling value). Values proposed by OSHA in 1989 were 1.0 milligrams per cubic meter TWA and 3.0 milligrams per cubic meter STEL (Short Term Exposure Limit).

SECTION III - HAZARD DATA

Non Flammable; Welding arc and sparks can ignite combustibles and flammable products. See Z49.1 referenced in Section VI. Product is inert, no special handling or spill procedures required. Not regulated by DOT.

(CONTINUED ON SIDE TWO)



Product: Radnor Aluminum Wires/Rods

Date: 8/1/2007

Flammability
Health
Reactivity
Special Hazards
4 - Extreme
3 - High
2 - Moderate
1 - Slight
0 - Insignificant
* - See Text
0
1
0

SECTION IV - HEALTH HAZARD DATA

Threshold Limit Value: The ACGIH recommended general limit for Welding Fume NOS - (Not Otherwise Specified) is 5 mg/m^3. ACGIH-1999 preface states that the TLV-TWA should be used as guides in the control of health hazards and should not be used as fine lines between safe and dangerous concentrations. See Section V for specific fume constituents which may modify this TLV. Threshold Limit Values are figures published by the American Conference of Government Industrial Hygienists. Units are milligrams per cubic meter of air.

Effects of Overexposure: Electric arc welding may create one or more of the following health hazards:
Fumes and Gases can be dangerous to your health. Common entry is by inhalation. Other possible routes are skin contact and ingestion.

Short-term (acute) overexposure to welding fumes may result in discomfort such as metal fume fever, dizziness, nausea, or dryness or irritation of nose, throat, or eyes. May aggravate pre-existing respiratory problems (e.g. asthma, emphysema).

Long-term (chronic) overexposure to welding fumes can lead to siderosis (iron deposits in lung) and may affect pulmonary function. Bronchitis and some lung fibrosis have been reported. Chromates may cause ulceration and perforation of the nasal septum. Liver damage and allergic reactions, including skin rash, have been reported. Chromates contain the hexavalent form of chromium. Hexavalent chromium and its compound are on the IARC (International Agency for Research on Cancer) and NTP (National Toxicology Program) lists as posing a cancer risk to humans. WARNING: This product contains or produces a chemical known to the State of California to cause cancer and birth defects (or other reproductive harm). (California Health & Safety Code Section 25249.5 et seq.)

Arc Rays can injure eyes and burn skin. *Skin cancer has been reported.*
Electric Shock can kill. If welding must be performed in damp locations or with wet clothing, on metal structures or when in cramped positions such as sitting, kneeling or lying, or if there is a high risk of unavoidable or accidental contact with workpiece, use the following equipment: Semiautomatic DC Welder, DC Manual (Stick) Welder, or AC Welder with Reduced Voltage Control.

Emergency and First Aid Procedures: Call for medical aid. Employ first aid techniques recommended by the American Red Cross.
IF BREATHING IS DIFFICULT give oxygen. IF NOT BREATHING employ CPR (Cardiopulmonary Resuscitation) techniques.
IN CASE OF ELECTRICAL SHOCK, turn off power and follow recommended treatment. In all cases call a physician.

SECTION V - REACTIVITY DATA

Hazardous Decomposition Products: Welding fumes and gases cannot be classified simply. The composition and quantity of both are dependent upon the metal being welded, the process, procedure and electrodes used.

Other conditions which also influence the composition and quantity of the fumes and gases to which workers may be exposed include: coatings on the metal being welded (such as paint, plating, or galvanizing), the number of welders and the volume of the worker area, the quality and amount of ventilation, the position of the welder's head with respect to the fume plume, as well as the presence of contaminants in the atmosphere (such as chlorinated hydrocarbon vapors from cleaning and degreasing activities.)

When the electrode is consumed, the fume and gas decomposition products generated are different in percent and form from the ingredients listed in Section II. Decomposition products of normal operation include those originating from the volatilization, reaction, or oxidation of the materials shown in Section II, plus those from the base metal and coating, etc., as noted above.

Reasonably expected fume constituents of this product would include: Primarily aluminum oxide; secondarily magnesium oxide (for 5356) and complex oxides of silicon (for 4043).

Maximum fume exposure guideline and PEL for this product is 5.0 milligrams per cubic meter.

Gaseous reaction products may include carbon monoxide and carbon dioxide. Ozone and nitrogen oxides may be formed by the radiation from the arc.

Determine the composition and quantity of fumes and gases to which workers are exposed by taking an air sample from inside the welder's helmet if worn or in the worker's breathing zone. Improve ventilation if exposures are not below limits. See ANSI/AWS F1.1, F1.2, F1.3 and F1.5, available from the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

SECTION VI AND VII
CONTROL MEASURES AND PRECAUTIONS FOR SAFE HANDLING AND USE

Read and understand the manufacturer's instruction and the precautionary label on the product. Request Lincoln Safety Publication E205. See American National Standard Z49.1, "Safety In Welding, Cutting and Allied Processes" published by the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL, 33126 (both available for free download at http://www.lincolnelectric.com/community/safety/) and OSHA Publication 2206 (29CFR1910), U.S. Government Printing Office, Superintendent of Documents, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954 for more details on many of the following:

Ventilation: Use enough ventilation, local exhaust at the arc, or both to keep the fumes and gases from the worker's breathing zone and the general area. Train the welder to keep his head out of the fumes. *Keep exposure as low as possible.*

Respiratory Protection: Use respirable fume respirator or air supplied respirator when welding in confined space or general work area when local exhaust or ventilation does not keep exposure below TLV.

Eye Protection: Wear helmet or use face shield with filter lens shade number 12 or darker. Shield others by providing screens and flash goggles.

Protective Clothing: Wear hand, head, and body protection which help to prevent injury from radiation, sparks and electrical shock. See Z49.1. At a minimum this includes welder's gloves and a protective face shield, and may include arm protectors, aprons, hats, shoulder protection, as well as dark substantial clothing. Train the welder not to permit electrically live parts or electrodes to contact skin . . . or clothing or gloves if they are wet. Insulate from work and ground.

Disposal Information: Discard any product, residue, disposable container, or liner as ordinary waste in an environmentally acceptable manner according to Federal, State and Local Regulations unless otherwise noted. No applicable ecological information available.

Tabla B-1 MSDS Material de Aporte Aluminio 5356. [6]

LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL
PARA AGENTES QUÍMICOS EN ESPAÑA 2007

EINECS	CAS	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS				NOTAS	FRASES R
			VLA-ED		VLA-EC			
			ppm	mg/m^3	ppm	mg/m^3		
231-846-0	7758-97-6	Cromato de plomo,					TR1	61-33-40-50/53-62
		como Cr		0.012				
		como Pb		0.05			VLB	
		Cromo metal, compuestos inorgánicos Cr (II) y Cr III), como Cr		0.5			véase Apartado 8	
		Cromo (VI), compuestos inorgánicos, excepto el Cromato de bario y los específicamente citados en esta Tabla					véase Apartado 6	49-43-50/53
231-105-1	7439-96-5	Manganeso Elemental y compuestos inorgánicos como Mn		0.2				
211-128-3	630-08-0	Monóxido de carbono	25	29			TR1, VLB	61-12-23-48/23
215-168-2	1309-37-1	Óxido de hierro (III) (polvo y humos), como Fe		5				
233-032-0	10024-97-2	Óxido de dinitrógeno	50	92				
233-069-2	10028-15-6							
		Ozono : Trabajo pesado	0.05	0.1				
		Trabajo moderado	0.08	0.16				
		Trabajo ligero	0.1	0.2				
		Trabajo pesado, moderado o ligero (? 2 horas)	0.2	0.4				
		Soldadura, humos		5			ñ	
		Níquel, compuestos inorgánicos excepto aquellos que están expresamente indicados en esta tabla, como Ni						
		Compuestos insolubles, como Ni		0.2			c, Sen, r	
		Compuestos solubles, como Ni		0.1			c, Sen, r	
232-220-0	7790-79-6	Fluoruro de cadmio					véase Apartado 6	45-46-60-61-25-26-48/23/25-50/53
206-534-2	353-50-4	Fluoruro de carbonilo	2	5.5	5	14		
231-634-8	7664-39-3	Fluoruro de hidrógeno	1.8	1.5	3	2.5	VLB, VLI	26/27/28-35
231-526-0	7616-94-6	Fluoruro de perclorilo	3	13	6	26		
		Fluoruros inorgánicos, como F, excepto el hexafluoruro de uranio		2.5			VLB, VLI	

Tabla B-2 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes. [4]

APÉNDICE C

CHEKCLIST OBSERVACIÓN Y CONDICIONES INICIALES DEL PUESTO DE TRABAJO PARA APLICACIÓN DEL SISTEMA

☞ Figura C-1 Cheklist para donde se realizará soldadura y corte de metales**. [7]**

☞ Figura C-2 Cheklist para donde se realizará corte de metales**.[7]**

Annex B (Informative)

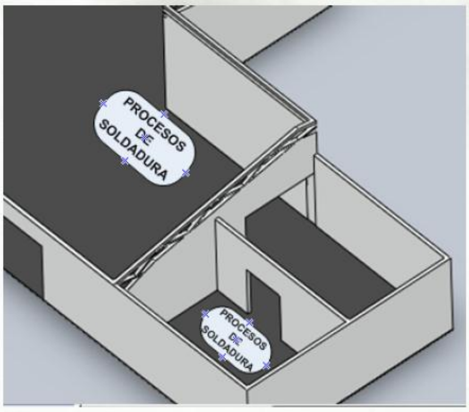
Observing the Workplace: A Checklist

This annex is not a part of AWS F1.3M:2006, *A Sampling Strategy Guide for Evaluating Contaminants in the Welding Environment*, but is included for informational purposes only.

The checklist should be used in conjunction with Clause 5, and is numbered accordingly.

B5.1 Location

B5.1.1 Diagram of Welding Area



B5.1.2 Is the area confined or constrained? CONSTRAINED

B5.1.3 Welding area 328.65 (m^2)

and volume 657.3 (m^3)

B5.1.4 Number of welders in work area 8

B5.1.5 Barriers obstructing ventilation in workplace being monitored 2

B5.1.6 Solvent sources present in area NO

B5.2 Process Factors

B5.2.1 Process(es) used CUTTING & WELDING

B5.2.2 Consumables and size used ELECTRODES,WIRE 2 - 4 mm

Shielding Gas (composition and flow rate) AGA MIX 20/AR/CO2 12 - 24 L/min

B5.2.3 Welding conditions: current 75 - 150 A

volts 22-24 V polarity + / - welding position 1G/2G/3G/4G 1F/2F/3F/4F

B5.2.4 Base metal used STEEL, ALUMINIUM

Not known ASTM A 36, ASTM A53 GRADE B

B5.2.5 Coatings present on base metal or residue from cleaning solution YES, PAINTING

B5.3 Human Factors

B5.3.1 Work Practices and Regimes

B5.3.1.1 Is job repetitive? ☒ Yes ☐ No

B5.3.1.2 Is work done at constant rate?

☒ Yes ☐ No

If yes, maximum arc time 5 H

If no, is more work done during the

☐ morning ☐ afternoon

B5.3.1.3 Arc time 5 H

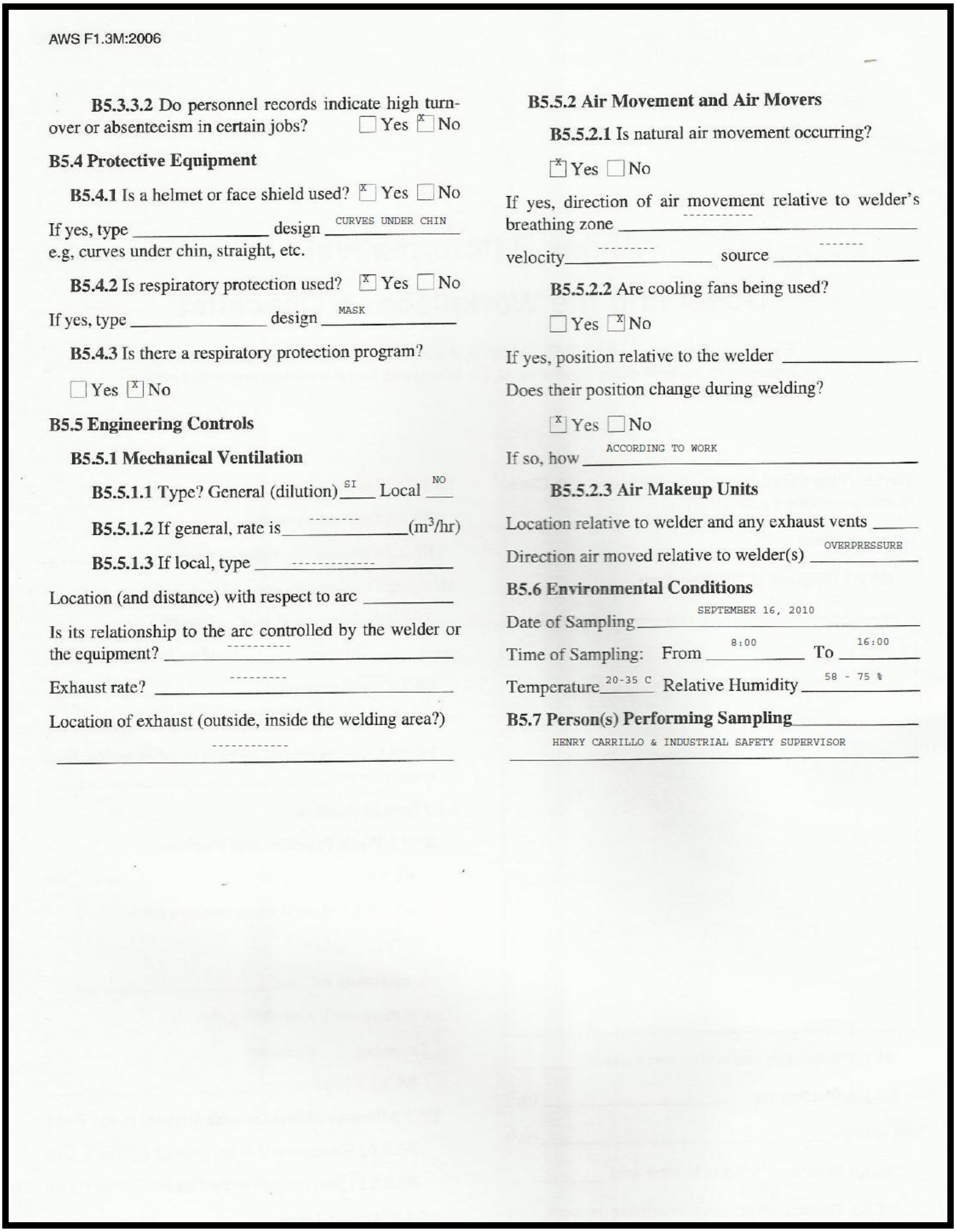
B5.3.2 Posture of Welder with Respect to the Weld

B5.3.2.1 Positions self in the plume? ☐ Yes ☒ No

B5.3.2.2 Leans away from the plume? ☐ Yes ☒ No

B5.3.3 Worker Input

B5.3.3.1 Do workers in specific area or tasks complain of exposures? ☒ Yes ☐ No



AWS F1.3M:2006

B5.3.3.2 Do personnel records indicate high turnover or absenteeism in certain jobs? ☐ Yes ☒ No

B5.4 Protective Equipment

B5.4.1 Is a helmet or face shield used? ☒ Yes ☐ No

If yes, type ____________ design CURVES UNDER CHIN
e.g, curves under chin, straight, etc.

B5.4.2 Is respiratory protection used? ☒ Yes ☐ No

If yes, type ____________ design MASK

B5.4.3 Is there a respiratory protection program?

☐ Yes ☒ No

B5.5 Engineering Controls

B5.5.1 Mechanical Ventilation

B5.5.1.1 Type? General (dilution) SI Local NO

B5.5.1.2 If general, rate is -------- (m^3/hr)

B5.5.1.3 If local, type -------------

Location (and distance) with respect to arc ____________

Is its relationship to the arc controlled by the welder or the equipment? ----------

Exhaust rate? ---------

Location of exhaust (outside, inside the welding area?) ------------

B5.5.2 Air Movement and Air Movers

B5.5.2.1 Is natural air movement occurring?

☒ Yes ☐ No

If yes, direction of air movement relative to welder's breathing zone ----------

velocity --------- source -------

B5.5.2.2 Are cooling fans being used?

☐ Yes ☒ No

If yes, position relative to the welder ____________

Does their position change during welding?

☒ Yes ☐ No

If so, how ACCORDING TO WORK

B5.5.2.3 Air Makeup Units

Location relative to welder and any exhaust vents ____________

Direction air moved relative to welder(s) OVERPRESSURE

B5.6 Environmental Conditions

Date of Sampling SEPTEMBER 16, 2010

Time of Sampling: From 8:00 To 16:00

Temperature 20-35 C Relative Humidity 58 - 75 %

B5.7 Person(s) Performing Sampling
HENRY CARRILLO & INDUSTRIAL SAFETY SUPERVISOR

Figura C-1 Cheklist para donde se realizará soldadura y corte de metales. [7]

Annex B (Informative)

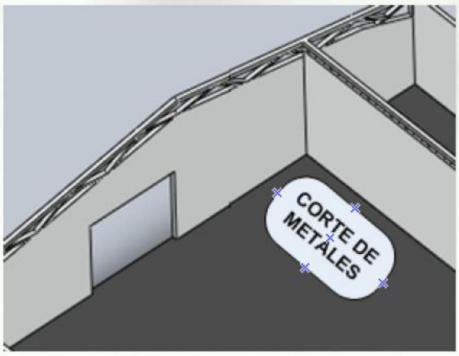
Observing the Workplace: A Checklist

This annex is not a part of AWS F1.3M:2006, *A Sampling Strategy Guide for Evaluating Contaminants in the Welding Environment*, but is included for informational purposes only.

The checklist should be used in conjunction with Clause 5, and is numbered accordingly.

B5.1 Location

B5.1.1 Diagram of Welding Area



B5.1.2 Is the area confined or constrained? CONSTRAINED

B5.1.3 Welding area 24 (m^2)

and volume 48 (m^3)

B5.1.4 Number of welders in work area 2

B5.1.5 Barriers obstructing ventilation in workplace being monitored 2

B5.1.6 Solvent sources present in area NO

B5.2 Process Factors

B5.2.1 Process(es) used CUTTING

B5.2.2 Consumables and size used OXYGEN / ACETYLENE

Shielding Gas (composition and flow rate) 12 - 30 L/min

B5.2.3 Welding conditions: current ------

volts 22-24 V polarity ----- welding position ------

B5.2.4 Base metal used STEEL, ALUMINIUM

Not known ASTM A 36, ASTM A53 GRADE B

B5.2.5 Coatings present on base metal or residue from cleaning solution YES, PAINTING

B5.3 Human Factors

B5.3.1 Work Practices and Regimes

B5.3.1.1 Is job repetitive? ☒ Yes ☐ No

B5.3.1.2 Is work done at constant rate?

☒ Yes ☐ No

If yes, maximum arc time 6 H

If no, is more work done during the

☐ morning ☐ afternoon

B5.3.1.3 Arc time 5 H

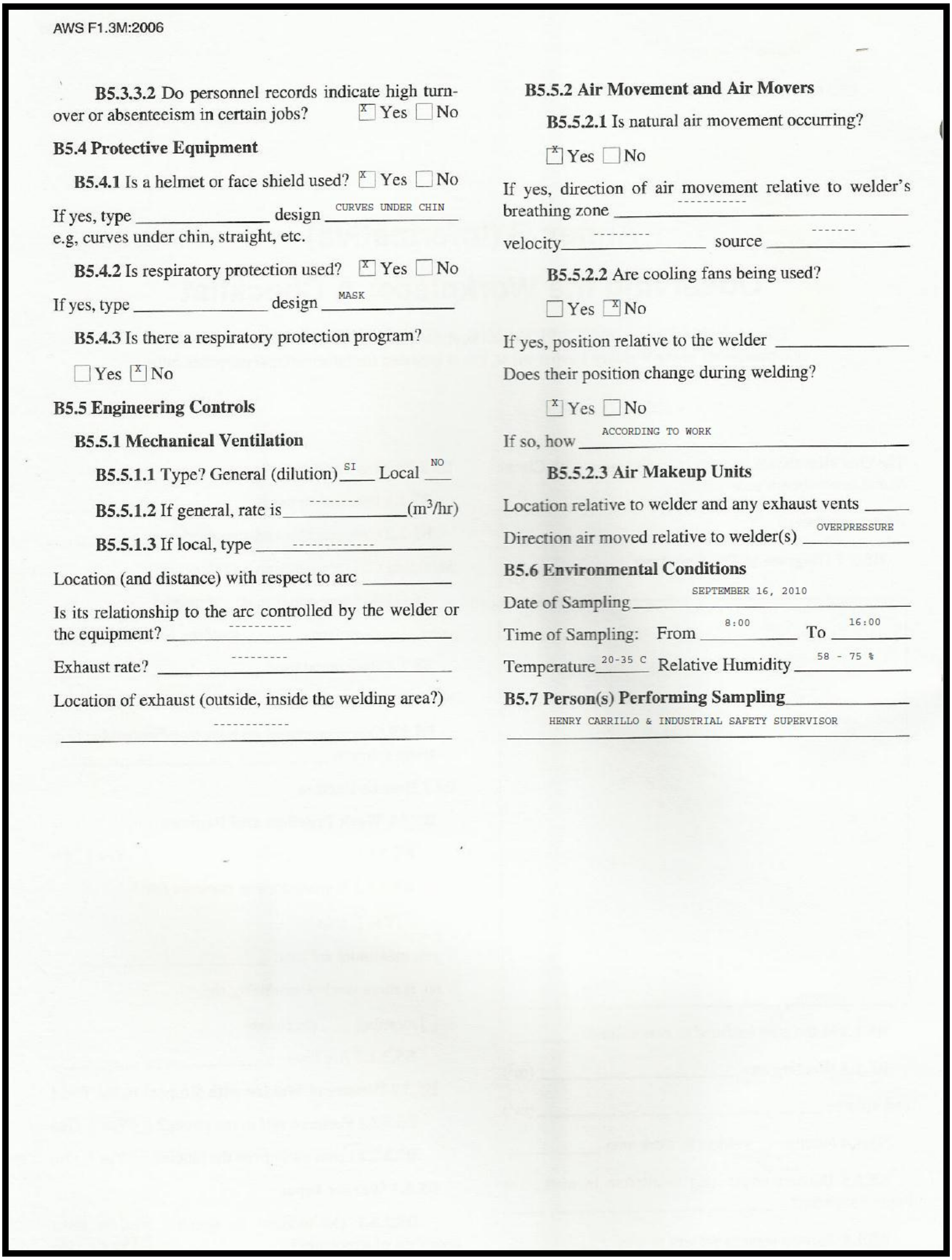
B5.3.2 Posture of Welder with Respect to the Weld

B5.3.2.1 Positions self in the plume? ☐ Yes ☒ No

B5.3.2.2 Leans away from the plume? ☐ Yes ☒ No

B5.3.3 Worker Input

B5.3.3.1 Do workers in specific area or tasks complain of exposures? ☒ Yes ☐ No



AWS F1.3M:2006

B5.3.3.2 Do personnel records indicate high turnover or absenteeism in certain jobs? ☒ Yes ☐ No

B5.4 Protective Equipment

B5.4.1 Is a helmet or face shield used? ☒ Yes ☐ No

If yes, type ________ design CURVES UNDER CHIN
e.g, curves under chin, straight, etc.

B5.4.2 Is respiratory protection used? ☒ Yes ☐ No

If yes, type ________ design MASK

B5.4.3 Is there a respiratory protection program?

☐ Yes ☒ No

B5.5 Engineering Controls

B5.5.1 Mechanical Ventilation

B5.5.1.1 Type? General (dilution) SI Local NO

B5.5.1.2 If general, rate is -------- (m³/hr)

B5.5.1.3 If local, type -------------

Location (and distance) with respect to arc ________

Is its relationship to the arc controlled by the welder or the equipment? ----------

Exhaust rate? ---------

Location of exhaust (outside, inside the welding area?)

B5.5.2 Air Movement and Air Movers

B5.5.2.1 Is natural air movement occurring?

☒ Yes ☐ No

If yes, direction of air movement relative to welder's breathing zone -----------

velocity --------- source -------

B5.5.2.2 Are cooling fans being used?

☐ Yes ☒ No

If yes, position relative to the welder ________

Does their position change during welding?

☒ Yes ☐ No

If so, how ACCORDING TO WORK

B5.5.2.3 Air Makeup Units

Location relative to welder and any exhaust vents ________

Direction air moved relative to welder(s) OVERPRESSURE

B5.6 Environmental Conditions

Date of Sampling SEPTEMBER 16, 2010

Time of Sampling: From 8:00 To 16:00

Temperature 20-35 C Relative Humidity 58 - 75 %

B5.7 Person(s) Performing Sampling

HENRY CARRILLO & INDUSTRIAL SAFETY SUPERVISOR

Figura C-2 Cheklist para donde se realizará corte de metales.[7]

APÉNDICE D

NORMA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE – Libro VI Anexo 4 [8]

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE

LIBRO VI ANEXO 4

0 INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

Los objetivos de calidad del aire ambiente.
Los métodos y procedimientos a la determinación de los contaminantes en el aire ambiente.

1 OBJETO

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente.

2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

2.1 Aire

O también aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

2.2 Chimenea

Conducto que facilita el transporte hacia la atmósfera de los productos de combustión generados en la fuente fija.

2.3 Combustión

Oxidación rápida, que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

2.4 Condiciones de referencia

Veinticinco grados centígrados (25 °C) y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

2.5 Contaminante del aire

Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

2.6 Contaminantes comunes del aire

Cualquier contaminante del aire para los cuales, en esta norma, se especifica un valor máximo de concentración permitida a nivel del suelo en el aire ambiente, para diferentes períodos de tiempo.

2.7 Contaminante peligroso del aire

Son aquellos contaminantes del aire no contemplados en esta norma pero que pueden presentar una amenaza de efectos adversos en la salud humana o en el ambiente. Algunos de estos contaminantes, pero que no se limitan a los mismos, son asbesto, berilio, mercurio, benceno, cloruro de vinilo.

2.8 Contaminación del aire

La presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

2.9 Diámetro aerodinámico

Para una partícula específica, es el diámetro de una esfera con densidad unitaria (densidad del agua) que se sedimenta en aire quieto a la misma velocidad que la partícula en cuestión.

2.10 Emisión

La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

2.11 Episodio crítico de contaminación del aire

Es la presencia de altas concentraciones de contaminantes comunes del aire y por períodos cortos de tiempo, como resultado de condiciones meteorológicas desfavorables que impiden la dispersión de los contaminantes previamente emitidos.

2.12 Fuente fija de combustión

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, y que emite o puede emitir contaminantes al aire, debido a proceso de combustión, desde un lugar fijo o inamovible.

2.13 ISO

Organización Internacional para la Normalización.

2.14 Línea base

Denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades humanas.

2.15 Material particulado

Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en condiciones normales. Se designa como $PM_{2,5}$ al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 micrones. Se designa como PM_{10} al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrones.

2.16 Micrón

Millonésima parte de un metro.

2.17 Monitoreo

Es el proceso programado de colectar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

2.18 Nivel de fondo (background)

Denota las condiciones ambientales imperantes antes de cualquier perturbación originada en actividades humanas, esto es, sólo con los procesos naturales en actividad.

2.19 Norma de calidad de aire

Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración, a nivel del suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites permisibles descritos en esta norma de calidad de aire ambiente se aplicarán para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados.

2.20 Norma de emisión

Es el valor que señala la descarga máxima permisible de los contaminantes del aire definidos.

2.21 Olor ofensivo

Es el olor, generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce molestia aunque no cause daño a la salud humana.

2.22 Partículas Sedimentables

Material particulado, sólido o líquido, en general de tamaño mayor a 10 micrones, y que es capaz de permanecer en suspensión temporal en el aire ambiente.

2.23 US EPA

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.

3 CLASIFICACIÓN

Esta norma establece los límites máximos permisibles de concentraciones de contaminantes comunes, a nivel del suelo, en el aire ambiente. La norma establece la presente clasificación:

Norma de calidad de aire ambiente

- a. Contaminantes del aire ambiente.
- b. Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente.
- c. Planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire.
- d. Métodos de medición de concentración de contaminantes comunes del aire ambiente.
- e. De las molestias o peligros inducidos por otros contaminantes del aire.

4 REQUISITOS

4.1 Norma de calidad de aire ambiente

4.1.1 De los contaminantes del aire ambiente

4.1.1.1 Para efectos de esta norma se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes:

Partículas Sedimentables.
Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM_{10}.
Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia $PM_{2,5}$.
Óxidos de Nitrógeno: NO y NO_2, y expresados como NO_2.
Dióxido de Azufre SO_2.

Monóxido de Carbono.
Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono.

4.1.1.2 La Entidad Ambiental de Control verificará, mediante sus respectivos programas de monitoreo, que las concentraciones a nivel de suelo en el aire ambiente de los contaminantes comunes no excedan los valores estipulados en esta norma. Dicha Entidad quedará facultada para establecer las acciones necesarias para, de ser el caso de que se excedan las concentraciones de contaminantes comunes del aire, hacer cumplir con la presente norma de calidad de aire. Caso contrario, las acciones estarán dirigidas a prevenir el deterioro a futuro de la calidad del aire.

4.1.1.3 La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente recaerá en la Entidad Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, tendrán como referencia a aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (*Code of Federal Regulations, Anexos 40 CFR 50*).

4.1.1.4 La Entidad Ambiental de Control deberá demostrar, ante el Ministerio del Ambiente, que sus equipos, métodos y procedimientos responden a los requerimientos descritos en esta norma. De existir alguna desviación con respecto a la norma, se deberá efectuar la debida justificación técnica a fin de establecer la validez, en uso oficial, de los resultados a obtenerse en la medición de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente. La información que se recabe, como resultado de los programas públicos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire, serán de carácter público.

4.1.1.5 La Entidad Ambiental de Control establecerá sus procedimientos internos de control de calidad y aseguramiento de calidad del sistema de monitoreo de calidad del aire ambiente en la región bajo su autoridad. Así mismo, la Entidad Ambiental de Control deberá definir la frecuencia y alcance de los trabajos, tanto de auditoría interna como externa, para su respectivo sistema de monitoreo de calidad de aire ambiente.

4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente

4.1.2.1 Para los contaminantes comunes del aire, definidos en 4.1.1, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas. El Ministerio del Ambiente establecerá la frecuencia de revisión de los valores descritos en la presente norma de calidad de aire ambiente. La Entidad Ambiental de Control utilizará los valores de concentraciones máximas de contaminantes del aire ambiente aquí definidos, para fines de elaborar su respectiva ordenanza o norma sectorial. La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de calidad de aire ambiente de mayor exigencia que los valores descritos en esta norma nacional, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe dicha Autoridad indicaren esta necesidad.

Partículas sedimentables.- La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm^2 x 30 d).

Material particulado menor a 10 micrones (PM10).- El promedio aritmético de la concentración de PM_{10} de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 $\mu g/m^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 $\mu g/m^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5).- Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de $PM_{2,5}$ de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 $\mu g/m^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 $\mu g/m^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Dióxido de azufre (SO2).- El promedio aritmético de la concentración de SO_2 determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cúbico (80 $\mu g/m^3$). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico (350 $\mu g/m^3$), más de una vez en un año.

Monóxido de carbono (CO).- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10 000 $\mu g/m^3$) más de una vez en un año. La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico (40 000 $\mu g/m^3$) más de una vez en un año.

Oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono.- La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de una hora, no deberá exceder de ciento sesenta microgramos por metro cúbico (160 $\mu g/m^3$), más de una vez en un año. La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de ocho horas, no deberá exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico (120 $\mu g/m^3$), más de una vez en un año.

Óxidos de nitrógeno, expresados como NO2.- El promedio aritmético de la concentración de óxidos de nitrógeno, expresada como NO2, y determinada en todas las muestras en un año, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 $\mu g/m^3$). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 $\mu g/m^3$) más de dos (2) veces en un año.

4.1.2.2 Los valores de concentración de contaminantes comunes del aire, establecidos en esta norma, así como los que sean determinados en los programas públicos de medición, están sujetos a las condiciones de referencia de 25 °C y 760 mm Hg.

4.1.2.3 Las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes comunes del aire deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$Cc = Co * \frac{760 mmHg}{Pbl mmHg} * \frac{(273 + t^\circ C)^\circ K}{298^\circ K}$$

donde:
Cc: concentración corregida
Co: concentración observada
Pbl: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.
t°C: temperatura local, en grados centígrados.

4.1.3 De los planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire

4.1.3.1 La Entidad Ambiental de Control establecerá un Plan de Alerta, de Alarma y de Emergencia ante Situaciones Críticas de Contaminación del Aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de Alerta, Alarma y Emergencia.

4.1.3.2 Se definen los siguientes niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire (Tabla 1). Cada uno de los tres niveles será declarado por la Entidad Ambiental de Control cuando uno o más de los contaminantes comunes indicados exceda la concentración establecida en la siguiente tabla, o cuando las condiciones atmosféricas se espera que sean desfavorables en las próximas 24 horas.

Tabla 1. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire [1]

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono			
Concentración promedio en ocho horas	15 000	30 000	40 000
Oxidantes Fotoquímicos, expresados como ozono.			
Concentración promedio en una hora	300	600	800
Óxidos de Nitrógeno, como NO2			
Concentración promedio en una hora	1 200	2 300	3 000
Dióxido de Azufre			
Concentración promedio en veinticuatro horas	800	1 600	2 100
Material Particulado PM10			
Concentración en veinticuatro horas	250	400	500

Nota:
[1] Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

4.1.3.3 Cada plan contemplará la adopción de medidas que, de acuerdo a los niveles de calidad de aire que se determinen, autoricen a limitar o prohibir las operaciones y actividades en la zona afectada, a fin de preservar la salud de la población.

4.1.3.4 La Entidad Ambiental de Control podrá proceder a la ejecución de las siguientes actividades mínimas:

En Nivel de Alerta:

Informar al público, mediante los medios de comunicación, del establecimiento del Nivel de Alerta.
Restringir la circulación de vehículos así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alerta para uno o más contaminantes específicos. Estas últimas acciones podrán consistir en limitar las actividades de mantenimiento de fuentes fijas de combustión, tales como soplado de hollín, o solicitar a determinadas fuentes fijas no reiniciar un proceso de combustión que se encontrase fuera de operación

En Nivel de Alarma:

Informar al público del establecimiento del Nivel de Alarma.
Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alarma. Esto podrá incluir en limitar el tiempo de operación para aquellas fuentes fijas que no se encontraren en cumplimiento con las normas de emisión.
Suspender cualquier quema a cielo abierto.

En Nivel de Emergencia:

Informar al público del establecimiento del Nivel de Emergencia.
Prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de emergencia. Se deberá considerar extender estas prohibiciones a todo el conjunto de fuentes fijas de combustión, así como vehículos automotores, presentes en la región bajo responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control.
Suspender cualquier quema a cielo abierto, e inclusive, proceder a combatir dichas quemas.

4.1.4 De los métodos de medición de los contaminantes comunes del aire ambiente

4.1.4.1 La responsabilidad de la determinación de las concentraciones de contaminantes comunes, a nivel de suelo, en el aire ambiente recaerá en la Entidad Ambiental de Control. Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes, serán aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (*Code of Federal Regulations*), y cuya descripción general se presenta a continuación.

Tabla 2. Métodos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire

CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
Partículas Sedimentables	**Nombre**: Método Gravimétrico, mediante Captación de Partículas en Envases Abiertos **Referencia**: Method 502. Methods of Air Sampling and Analysis, 3rd. Edition, Intersociety Committee, Lewis Publishers, Inc. 1988.
	Descripción: Se utilizará un envase, de 15 centímetros de diámetro o mayor, y con altura dos o tres veces el diámetro. La altura del envase, sobre el nivel de suelo, será de al menos 1,2 metros. Las partículas colectadas serán clasificadas en solubles e insolubles. Las partículas insolubles se determinarán mediante diferencia de peso ganado por un filtro de 47 mm, y que retenga aquellas partículas contenidas en el líquido de lavado del contenido del envase. En cambio, las partículas insolubles se determinarán mediante la diferencia de peso ganado por un crisol, en el cual se evaporará el líquido de lavado del envase. La concentración total de partículas sedimentables será la suma de partículas solubles e insolubles, normalizadas con respecto al área total de captación del envase.
Material Particulado PM10	**Nombre:** Método Gravimétrico, mediante muestreador de alto caudal o de bajo caudal. **Referencia:** 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M.

Continua…

…Continuación

Tabla 2. Métodos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire

CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
	Descripción: el equipo muestreador, de alto caudal o de bajo caudal, estará equipado con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 10 micrones de diámetro aerodinámico. Las partículas menores a 10 micrones serán captadas en un filtro, de alta eficiencia, y la concentración se determinará mediante el peso ganado por el filtro, dividido para el volumen total de aire muestreado en un período de 24 horas. **Métodos Alternos:** podrán ser también utilizados los denominados métodos de medición continua, tanto del tipo Microbalanza Oscilante como el tipo Atenuación Beta. En el primer caso, el equipo muestreador, equipado con entrada aerodinámica PM10, posee un transductor de masa de las oscilaciones inducidas por el material particulado. En el segundo tipo, el equipo muestreador, con entrada PM10, contiene una fuente de radiación beta que determina la ganancia de peso en un filtro, a medida que este experimenta acumulación de partículas.
Material Particulado PM2,5	**Nombre:** Método Gravimétrico, mediante muestreador de bajo caudal. **Referencia:** 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L. **Descripción:** el equipo muestreador, de bajo caudal, estará equipado con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 2,5 micrones de diámetro aerodinámico. Las partículas menores a 2,5 micrones serán captadas en un filtro, y la concentración se determinará mediante el peso ganado por el filtro, dividido para el volumen total de aire muestreado en un período de 24 horas. **Métodos Alternos:** podrán ser también utilizados los denominados métodos de medición continua, del tipo Microbalanza Oscilante o del tipo Atenuación Beta, según se describió para material particulado PM10.
Dióxido de Azufre	Nombre: Método de la Pararosanilina: absorción en medio líquido y análisis colorimétrico posterior. Analizador Continuo por Fluorescencia.

Continua…

…Continuación

Tabla 2. Métodos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire

CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
	Referencias: Método de la Pararosanilina: 40 CFR Part 50, Appendix A. Fluorescencia: Diferentes fabricantes cuyos equipos se encuentren aprobados por la agencia de protección ambiental de EE.UU. Descripción: Método de la Pararosanilina: el dióxido de azufre es absorbido en una solución de potasio o de tetracloromercurato de sodio (TCM). La muestra es acondicionada para evitar interferencias, en particular de metales y de agentes oxidantes, como ozono y óxidos de nitrógeno. La solución es tratada con formaldehído, ácido fosfórico y pararosanilina, a fin de mantener condiciones adecuadas de pH y de color. La concentración final se determina mediante colorímetro. Método Fluorescencia: la concentración de dióxido de azufre es determinada mediante la medición de la señal fluorescente generada al excitar a dicho compuesto en presencia de luz ultravioleta.
Monóxido de Carbono	**Nombre:** Analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR) **Referencia:** 40 CFR Part 50, Appendix C. **Descripción:** el principio de medición consiste en determinar la concentración de monóxido de carbono mediante el cambio en absorción de energía infrarroja en diferentes longitudes de onda.
Oxidantes Fotoquímicos (como O3)	Nombre: Quimiluminiscencia Fotómetro ultravioleta **Referencia:** 40 CFR Part 50, Appendix D. **Descripción:** el principio de medición, para equipos con quimiluminiscencia, es la mezcla de aire con etileno, produciendo la reacción de el ozono. Esta reacción libera luz (reacción quimiluminiscente), la cual es medida en un tubo fotomultiplicador. Para el caso de equipos con fotómetro ultravioleta, el principio de medición consiste en determinar la cantidad de luz absorbida a una longitud de onda de 254 nanómetros.

Continua…

…Continuación

Tabla 2. Métodos de medición de concentraciones de contaminantes comunes del aire

CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
Óxidos de Nitrógeno (como NO2)	**Nombre:** Quimiluminiscencia **Referencia:** 40 CFR Part 50, Appendix F. **Descripción:** el NO2 es convertido en NO, el cual reacciona con ozono introducido expresamente, produciendo luz en la reacción. El instrumento permite la presentación de resultados para concentraciones tanto de NO2 como de NO.

4.1.5 De las molestias o peligros inducidos por otros contaminantes del aire

4.1.5.1 Para fines de esta norma, la Entidad Ambiental de Control podrá solicitar evaluaciones adicionales a los operadores o propietarios de fuentes que emitan, o sean susceptibles de emitir, olores ofensivos o contaminantes peligrosos del aire. De requerirse, se establecerán los métodos, procedimientos o técnicas para la reducción o eliminación en la fuente, de emisiones de olores o de contaminantes peligrosos del aire.

APÉNDICE E

NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN – Libro VI Anexo 3 [9]

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTION

LIBRO VI ANEXO 3

0 INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para emisiones de contaminantes del aire hacia la atmósfera desde fuentes fijas de combustión.
- Los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las cantidades emitidas de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión.

1 OBJETO

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente.

2 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación, y las que a continuación se indican:

2.1 Aire

O también aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

2.2 Celda electroquímica

Parte del sistema de medición de emisiones, mediante analizador portátil de gases, que mide el gas de interés y genera una salida proporcional a la concentración de dicho gas.

2.3 Chimenea

Conducto que facilita el transporte hacia la atmósfera de los productos de combustión generados en la fuente fija.

2.4 Combustión

Oxidación rápida, que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

2.5 Combustibles fósiles

Son aquellos hidrocarburos encontrados en estado natural, ejemplos, petróleo, carbón, gas natural, y sus derivados.

2.6 Combustibles fósiles sólidos

Se refiere a las variedades de carbón mineral cuyo contenido fijo de carbono varía desde 10% a 90% en peso, y al coque de petróleo.

2.7 Combustibles fósiles líquidos

Son aquellos derivados del petróleo, tales como petróleo crudo, diesel, búnker, kerosene, naftas.

2.8 Combustibles fósiles gaseosos

Son aquellos derivados del petróleo o del gas natural, tales como butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

2.9 Condiciones normales

Cero grados centígrados (0 °C) y mil trece milibares de presión (1 013 mbar).

2.10 Contaminante del aire

Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

2.11 Contaminantes comunes del aire

Cualquier contaminante del aire para los cuales se especifica un valor máximo de concentración permitida, a nivel del suelo, en el aire ambiente, para diferentes períodos de tiempo, según la normativa aplicable.

2.12 Contaminación del aire

La presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

2.13 Diámetro equivalente

Para un conducto o chimenea de sección cuadrada, se define con la siguiente expresión:

$$De = \frac{2LW}{(L+W)}$$

donde *L* es la longitud y *W* el ancho de la sección interior del conducto o chimenea, en contacto efectivo con la corriente de gases.

2.14 Emisión

La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

2.15 Fuente fija de combustión

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, y que emite o puede emitir contaminantes al aire, debido a proceso de combustión, desde un lugar fijo o inamovible.

2.16 Fuente fija existente

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones ya sea en operación o que cuenta con autorización para operar, por parte de la Entidad Ambiental de Control, antes de Enero de 2003.

2.17 Fuente fija nueva

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones que ingrese en operación a partir de Enero de 2003.

2.18 Fuente fija modificada

Se entiende a aquella fuente fija existente que experimenta un incremento en su capacidad operativa y que implica mayores emisiones.

2.19 ISO

Organización Internacional para la Normalización.

2.20 Línea base

Denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades humanas.

2.21 Línea de muestreo

Es el eje en el plano de muestreo a lo largo del cual se localiza los puntos de medición, y está limitada por la pared interna de la chimenea o conducto.

2.22 Material particulado

Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en condiciones normales.

2.23 Mejor tecnología de control disponible (BACT por sus siglas en inglés)

Limitación de emisiones al aire basada en el máximo grado de reducción de emisiones, considerando aspectos de energía, ambientales y económicos, alcanzable mediante la aplicación de procesos de producción y métodos, sistemas y técnicas disponibles.

2.24 Micrón

Millonésima parte de un metro.

2.25 Mínima tasa de emisión posible (LAER por sus siglas en inglés)

Es la tasa de emisión desde una fuente fija que refleja la limitación de la mayor exigencia en emisiones alcanzable en la práctica.

2.26 Modelo de dispersión

Técnica de investigación que utiliza una representación matemática y física de un sistema, en este caso el sistema consiste de una o varias fuentes fijas de emisión, de las condiciones meteorológicas y topográficas de la región, y que se utiliza para predecir la(s) concentración(es) resultante(s) de uno o más contaminantes emitidos desde, ya sea una fuente fija especifica o desde un grupo de dichas fuentes. La predicción de concentraciones de contaminantes, a nivel de suelo, para el caso de una o varias fuentes fijas, se especificará para receptores situados al exterior del límite del predio del propietario u operador de la(s) fuente (s) evaluadas.

2.27 Monitoreo

Es el proceso programado de colectar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

2.28 Muestreo isocinético

Es el muestreo en el cual la velocidad y dirección del gas que entra en la zona del muestreo es la misma que la del gas en el conducto o chimenea.

2.29 Nivel de fondo (background)

Denota las condiciones ambientales imperantes antes de cualquier perturbación originada en actividades humanas, esto es, sólo con los procesos naturales en actividad.

2.30 Norma de calidad de aire

Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración, a nivel del suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites máximos permisibles se aplicarán para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados.

2.31 Norma de emisión

Es el valor que señala la descarga máxima permitida de los contaminantes del aire definidos.

2.32 Opacidad

Grado de reducción de luminosidad que ocasiona una sustancia al paso por ella de la luz visible.

2.33 Partículas Totales

Para efectos de emisiones desde fuentes de combustión, se designa como partículas totales al material particulado que es captado en un sistema de muestreo similar en características al descrito en el método 5 de medición de emisiones de partículas, publicado por la US EPA.

2.34 Puerto de muestreo

Son los orificios circulares que se hacen en las chimeneas o conductos para facilitar la introducción de los elementos necesarios para mediciones y toma de muestras.

2.35 Puntos de medición

Son puntos específicos, localizados en las líneas de muestreo, en los cuales se realizan las mediciones y se extrae la muestra respectiva.

2.36 US EPA

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.

3 CLASIFICACIÓN

Esta norma establece los límites máximos permisibles, tanto de concentraciones de contaminantes comunes, a nivel del suelo, en el aire ambiente, como de contaminantes emitidos desde fuentes fijas de combustión. La norma establece la presente clasificación:

1. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire desde combustión en fuentes fijas.
2. Métodos y equipos de medición de emisiones desde fuentes fijas de combustión.
3. Límites permisibles de emisión de contaminantes al aire para procesos productivos:
    a. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de cemento.

b. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de envases de vidrio.
c. Límites permisibles de emisión desde procesos de elaboración de pulpa de papel.
d. Límites permisibles de emisión desde procesos de fundición de metales ferrosos.
e. Normas de emisión desde combustión de bagazo en equipos de combustión de instalaciones de elaboración de azúcar.
f. Límites permisibles de emisión desde motores de combustión interna.

4 REQUISITOS

4.1 De los límites permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión

4.1.1 De las fuentes fijas significativas de emisiones al aire

4.1.1.1 Para la aplicación de la presente norma técnica, se definen fuentes fijas significativas y fuentes fijas no significativas, de emisiones al aire por proceso de combustión.

4.1.1.2 Serán designadas como fuentes fijas significativas todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea igual o mayor a tres millones de vatios (3×10^6 W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h).

4.1.1.3 Para las fuentes fijas que se determinen como fuentes significativas, éstas deberán demostrar cumplimiento con los límites máximos permisibles de emisión al aire, definidos en esta norma técnica, en sus Tablas 1 y 2, según se corresponda. Para esto, la fuente deberá efectuar mediciones de la tasa actual de emisión de contaminantes. Si los resultados fuesen superiores a los valores máximos permisibles de emisión, la fuente fija deberá entonces establecer los métodos o los equipos de control necesarios para alcanzar cumplimiento con los valores máximos de emisión estipulados en esta norma.

4.1.1.4 Serán designadas como fuentes fijas no significativas todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (*heat input*) sea menor a tres millones de vatios (3×10^6 W), o, diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h). Estas fuentes fijas de combustión no estarán obligadas a efectuar mediciones de sus emisiones actuales, y deberán proceder según se indica en el siguiente artículo.

4.1.1.5 Las fuentes fijas no significativas, aceptadas como tal por parte de la Entidad Ambiental de Control, demostrarán cumplimiento con la normativa mediante alguno de los siguientes métodos:

a. El registro interno, y disponible ante la Entidad Ambiental de Control, del seguimiento de las prácticas de mantenimiento de los equipos de combustión, acordes con los programas establecidos por el operador o propietario de la fuente, o recomendados por el fabricante del equipo de combustión;
b. resultados de análisis de características fisicas y químicas del combustible utilizado, en particular del contenido de azufre y nitrógeno en el mismo;
c. la presentación de certificados por parte del fabricante del equipo de combustión en cuanto a la tasa esperada de emisiones de contaminantes, en base a las características del combustible utilizado.
d. mediante inspección del nivel de opacidad de los gases de escape de la fuente;
e. mediante el uso de altura de chimenea recomendada por las prácticas de ingeniería;
f. otros que se llegaren a establecer.

4.1.1.6 Para la verificación de cumplimiento por parte de una fuente fija no significativa con alguno de los métodos descritos, el operador u propietario de la fuente deberá mantener los debidos registros o certificados, a fin de reportar a la Entidad Ambiental de Control con una frecuencia de una vez por año.

4.1.1.7 No obstante de lo anterior, las fuentes fijas no significativas podrán ser requeridas, por parte de la Entidad Ambiental de Control, de efectuar evaluaciones adicionales de sus emisiones, en el caso de que estas emisiones excedan o comprometan las concentraciones máximas permitidas, a nivel del suelo, de contaminantes del aire. Estas últimas concentraciones de contaminantes en el aire ambiente se encuentran definidas en la norma correspondiente a calidad de aire.

4.1.1.8 Las fuentes fijas no significativas deberán someter, a consideración de la Entidad Ambiental de Control, los planos y especificaciones técnicas de sus sistemas de combustión, esto como parte de los procedimientos normales de permiso de funcionamiento.

4.1.2 Valores máximos permisibles de emisión

4.1.2.1 Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión existentes, son los establecidos en la Tabla 1 de esta norma.

Tabla 1. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación antes de Enero de 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	**COMBUSTIBLE UTILIZADO**	**VALOR**	**UNIDADES** [1]
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm^3
	Líquido [2]	355	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1 100	mg/Nm^3
	Líquido [2]	700	mg/Nm^3
	Gaseoso	500	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm^3
	Líquido [2]	1 650	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Notas:

[1] mg/Nm^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

4.1.2.2 Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión nuevas, son los establecidos en la Tabla 2 de esta norma.

Tabla 2. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación a partir de Enero de 2003

CONTAMINANTE EMITIDO	**COMBUSTIBLE UTILIZADO**	**VALOR**	**UNIDADES** [1]
Partículas Totales	Sólido	150	mg/Nm^3
	Líquido [2]	150	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm^3
	Líquido [2]	550	mg/Nm^3
	Gaseoso	400	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	Sólido	1 650	mg/Nm^3
	Líquido [2]	1 650	mg/Nm^3
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Notas:

[1] mg/Nm^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, de mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

[2] combustibles líquidos comprenden los combustibles fósiles líquidos, tales como diesel, kerosene, búnker C, petróleo crudo, naftas.

4.1.2.3 La Entidad Ambiental de Control utilizará los límites máximos permisibles de emisiones indicados en las Tablas 1 y 2 para fines de elaborar su respectiva norma (ver Reglamento a la Ley de Prevención y Control de Contaminación). La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de emisión de mayor exigencia, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe indicaren dicha necesidad.

4.1.2.4 El Ministerio del Ambiente definirá la frecuencia de revisión de los valores establecidos como límite máximo permitido de emisiones al aire. De acuerdo a lo establecido en el reglamento para la prevención y control de la contaminación, se analizará la conveniencia de unificar los valores de emisión para fuentes en operación antes de Enero de 2003 y posteriores a esta fecha. La revisión deberá considerar, además, las bases de datos de emisiones, así como de los datos de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente, efectúe la Entidad Ambiental de Control.

4.1.3 Del cumplimiento con la normativa de emisiones máximas permitidas

4.1.3.1 Las fuentes fijas de emisiones al aire por combustión, existentes a la fecha de promulgación de esta norma técnica, dispondrán de plazos, a ser fijados mediante acuerdo entre el propietario u operador de la fuente fija y la Entidad Ambiental de Control, a fin de adecuar la emisión de contaminantes a niveles inferiores a los máximos permisibles. El otorgamiento de estos plazos queda supeditado, en cada caso, a los estudios y evaluaciones que realice la Entidad Ambiental de Control. En ningún caso estos plazos serán mayores a cinco años, de acuerdo a lo establecido en el reglamento.

4.1.3.2 Dentro de los términos que especifiquen las respectivas reglamentaciones, todas las fuentes fijas deberán obtener su respectivo permiso de funcionamiento, el cual será renovado con la periodicidad que determine la Entidad Ambiental de Control. Esta última queda también facultada para fijar las tasas que correspondan por la retribución del servicio.

4.1.3.3 Esquema Burbuja.- de existir varias fuentes fijas de emisión, bajo la responsabilidad sea de un mismo propietario y/o de un mismo operador, y al interior de una misma región, la emisión global de las fuentes podrá calcularse mediante una fórmula que pondere las fuentes fijas presentes en la instalación. Se establece la siguiente fórmula:

$$E_{global} = \frac{A_1 * E_1 + A_2 * E_2 + \ldots + A_i * E_i}{A_1 + A_2 + \ldots + A_i}$$

donde:
E_{global}: tasa de emisión global para el conjunto de fuentes fijas de combustión,
A_i factor de ponderación, y que puede ser el consumo de combustible de la fuente número i, o el caudal de gases de combustión de la respectiva fuente número i,
E_i: tasa actual de emisión determinada para cada fuente.

El resultado a obtenerse con la ecuación indicada, y que representa el equivalente ponderado para un grupo de fuentes fijas de combustión, deberá ser comparado con el valor máximo de emisión permitida descrito en esta normativa, resultado equivalente para una sola fuente fija de combustión.

4.1.4 Fuentes fijas de combustión existentes, nuevas y modificadas

4.1.4.1 Toda fuente fija de combustión, que experimente una remodelación, una modificación sustancial de la misma, o un cambio total o parcial de combustible, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control este particular. Para el caso de una fuente fija significativa, se deberá comunicar además una evaluación de las emisiones esperadas una vez que el proyecto de remodelación o modificación culmine.

4.1.4.2 Las fuentes fijas significativas nuevas, o fuentes existentes remodeladas o modificadas sustancialmente, como parte integral del estudio de impacto ambiental requerido, deberán evaluar su impacto en la calidad del aire mediante el uso de modelos de dispersión. Las fuentes existentes, significativas, deberán también proceder a evaluar su impacto en la calidad del aire mediante modelos de dispersión, esto de ser requerido en los estudios de auditoria ambiental o de estudio de impacto ambiental expost. El modelo de dispersión calculará la concentración esperada de contaminantes del aire a nivel del suelo, que se espera sean emitidos desde las fuentes fijas nuevas, y se procederá a determinar si estas concentraciones calculadas cumplen o no con la norma de calidad de aire. Para efectos de determinación de cumplimiento con la norma, la concentración calculada para cada contaminante del aire evaluado, atribuible a la operación de las fuentes fijas nuevas, deberá ser adicionada a la concentración existente de cada contaminante, según se describe en el siguiente artículo.

4.1.4.3 Una fuente fija nueva, remodelada o modificada, y que se determine como significativa, deberá establecer aquellos contaminantes emitidos por la misma, que son significativos para con la calidad del aire ambiente. Para tal efecto se utilizará un modelo de dispersión de tipo preliminar, ejemplo SCREEN, de la US EPA, mediante el cual se verificará si las concentraciones calculadas por este modelo, para cada contaminante modelado, sobrepasan o no los valores estipulados en la Tabla 3. Si la predicción mediante modelo indica que la concentración de un contaminante supera el valor presentado en la Tabla 3, entonces aquel contaminante se designa como significativo para la fuente. La Entidad Ambiental de Control solicitará que la fuente proceda a la aplicación de un modelo detallado, únicamente para los contaminantes significativos que se determinen. Eventualmente, la Entidad Ambiental de Control implementará programas de mediciones de concentraciones, a nivel de suelo, de los contaminantes significativos, una vez que la fuente ingrese en operación.

Tabla 3. Valores de incremento de concentración de contaminantes comunes, a nivel del suelo, para definición de contaminantes significativos [1]

Contaminante / Período de Tiempo	**Criterio de Significancia, expresado en microgramos por metro cúbico de aire**
Óxidos de Nitrógeno NOx	
Anual	1,0
Dióxido de Azufre SO2	
Anual	1,0
24-Horas	5,0
3-Horas	25,0
Partículas	
Anual	1,0
24-Horas	5,0

Nota:

[1] Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y de 1 013 milibares de presión.

4.1.4.4 La fuente fija significativa, nueva, remodelada o modificada sustancialmente, acordará con la Entidad Ambiental de Control la inclusión o no, dentro de la evaluación mediante modelo de dispersión, de otras fuentes fijas existentes en la región en que se instalará la fuente nueva, o en que se ubica la fuente modificada o remodelada. El estudio de impacto ambiental, requerido por la fuente como parte de los permisos de operación, establecerá cuáles fuentes fijas existentes deberán ser incluidas en el modelo de dispersión a aplicarse. La Entidad Ambiental de Control deberá proveer, a la fuente nueva, de los resultados de las bases de datos administradas por la misma, esto es, bases de datos de emisiones de fuentes fijas significativas existentes, y, bases de datos de los niveles de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente. El área de influencia, sea de una sola fuente nueva evaluada, o del conjunto de varias fuentes, se determinará mediante el trazado de la curva de igual concentración para todos los contaminantes que sobrepasen los valores establecidos en la Tabla 3.

4.1.4.5 De tratarse de una o varias fuentes fijas nuevas significativas, o varias fuentes existentes modificadas, la evaluación deberá efectuarse mediante un modelo de dispersión del tipo detallado, con capacidad para incluir diferentes fuentes fijas, y con capacidad de predecir concentraciones de contaminantes para períodos de tiempo mayores a una hora, e inclusive, de predecir la concentración anual de un determinado contaminante. Para esto, se utilizará un modelo de dispersión de características técnicas similares a ISC, de la US EPA. Para efectuar predicciones de concentraciones de contaminantes por períodos de hasta un año, el modelo de tipo detallado requerirá el uso de datos meteorológicos hora por hora, y de extensión también de un año. La fuente fija significativa evaluará su impacto en la calidad del aire previa revisión de los datos meteorológicos, hora por hora, de los últimos tres años, como mínimo, previos a la etapa de proyecto de la nueva fuente. Los datos meteorológicos a utilizarse deberán ser representativos para la ubicación geográfica de la fuente fija a evaluarse. El uso de un modelo de dispersión del tipo detallado se extenderá también para el caso de un conjunto de fuentes fijas nuevas, o fuentes existentes remodeladas o modificadas, que estuvieren bajo la responsabilidad de una misma organización u operador, y en que se determine que la emisión global de dicho conjunto de fuentes (artículo 4.1.3.3) es significativa.

4.1.4.6 Las fuentes fijas nuevas significativas, a instalarse en las inmediaciones de áreas que se designen como protegidas, tales como parques nacionales, reservas de fauna, bosques protectores, entre otros, que se encuentren debidamente designados por la Entidad Ambiental de Control, deberán solicitar a esta autoridad la ejecución de un programa de monitoreo inicial de concentraciones de contaminantes del aire a nivel de suelo, previo al inicio de operaciones de la fuente o fuentes, en uno o más sitios designados al interior de dichas áreas protegidas. El estudio de impacto ambiental que ejecute la fuente fija nueva, determinará el número y ubicación del sitio, o los sitios, de medición de concentraciones de contaminantes del aire. El programa de monitoreo inicial incluirá, como mínimo, la determinación de concentraciones de óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, y material particulado PM10. Los resultados de este programa permitirán determinar las concentraciones iniciales de contaminantes en ausencia de la nueva fuente, lo cual además permitirá establecer, a futuro, el nivel de cumplimiento con las normas de calidad de aire una vez que la fuente fija ingrese en operación.

4.1.4.7 Todas las fuentes fijas nuevas, significativas o no, a instalarse en áreas cuyas concentraciones a nivel de suelo cumplen con la norma de calidad de aire ambiente, estarán obligadas a hacer uso de la denominada Mejor Tecnología de Control Disponible (BACT por sus siglas en inglés), lo cual deberá ser justificado en el estudio ambiental a presentarse ante la Entidad Ambiental de Control. Las emisiones que se obtengan en la fuente que utilice tecnología BACT no deberán ser mayores en magnitud a los valores aplicables para una fuente existente.

4.1.4.8 Las fuentes fijas nuevas no podrán instalarse en un área en que las concentraciones de contaminantes comunes del aire ambiente no se encuentren en cumplimiento con la norma de calidad aquí estipulada, o, en aquellas áreas en que dichas concentraciones de contaminantes se encuentren cerca de incumplimiento. Para ser autorizadas a su instalación, en áreas en no cumplimiento con la norma de calidad de aire, las fuentes fijas nuevas utilizarán la denominada tecnología de Mínima Tasa de Emisión Posible (LAER por sus siglas en inglés), o en su lugar, cuando estas fuentes nuevas reemplacen a una o varias fuentes fijas existentes pero garantizando un estándar de emisión (cantidad de contaminante emitido) y un estándar de desempeño (cantidad de contaminante emitido por unidad de combustible utilizado) considerablemente menor al de la o las fuentes a ser reemplazadas. La Entidad Ambiental de Control deberá emitir la autorización correspondiente para ejecutar este esquema de operación para una fuente nueva. Un esquema similar al descrito se aplicará para fuentes existentes pero modificadas o remodeladas sustancialmente.

4.1.4.9 El estudio ambiental para una fuente fija nueva, en un área en no cumplimiento con la norma de calidad de aire ambiente, justificará las tecnologías o métodos que implementará la fuente fija a fin de alcanzar la mínima tasa de emisión, y por tanto, no inducir a un incumplimiento con la norma de calidad de aire, o mejorar en términos absolutos la calidad del aire ambiente de la región.

4.1.4.10 Las fuentes fijas nuevas significativas determinarán la altura apropiada de chimenea mediante la aplicación de modelos de dispersión. La altura seleccionada de chimenea deberá considerar el efecto de turbulencia creado por la presencia de edificaciones adyacentes a la chimenea, caracterizándose dicho efecto por la ocurrencia de altas concentraciones de contaminantes emitidos previamente junto a la estructura o edificación.

4.1.5 Disposiciones generales

4.1.5.1 Se prohíbe expresamente la dilución de las emisiones al aire desde una fuente fija con el fin de alcanzar cumplimiento con la normativa aquí descrita.

4.1.5.2 Se prohíbe el uso de aceites lubricantes usados como combustible en calderas, hornos u otros equipos de combustión, con excepción de que la fuente fija de combustión demuestre, mediante el respectivo estudio técnico, que cuenta con equipos y procesos de control de emisiones producidas por esta combustión, a fin de no comprometer la calidad del aire al exterior de la fuente, e independientemente de si la fuente fija es significativa o no significativa. Los planos y especificaciones técnicas de la instalación, incluyendo las previsiones de uso de aceites lubricantes usados, sea como combustible principal o como combustible auxiliar, o como combinación de ambos, se sujetarán a las disposiciones de la normativa aplicable para el manejo de desechos peligrosos y de su disposición final. La Entidad Ambiental de Control emitirá el respectivo permiso de operación para las fuentes que utilicen aceites lubricantes usados como combustible, permiso que será renovado cada dos años, previo el respectivo dictamen favorable, considerando los requerimientos estipulados tanto aquí como en la normativa aplicable a desechos peligrosos y su disposición final.

4.1.5.3 Aquellas fuentes fijas que utilicen como combustible otros que no sean combustibles fósiles, serán evaluadas, en primer lugar, en base al criterio de determinar si se trata de fuentes significativas o no. Para una fuente significativa, que utilice combustibles no fósiles, tales como biomasa, se aplicarán los valores máximos de emisión descritos en este reglamento en lo referente a fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos. Para fuentes no significativas, la Entidad Ambiental de Control podrá solicitar evaluaciones adicionales tendientes a prevenir el deterioro de la calidad del aire.

4.1.5.4 Toda fuente fija, sea significativa o no, deberá comunicar a la Entidad Ambiental de Control cualquier situación anómala, no típica, que se presente en la operación normal de la fuente, y en la que se verificaron emisiones de contaminantes superiores a los valores máximos establecidos en este reglamento. Este requisito no se aplica para el caso del período de arranque de operación de la fuente, o para el caso del período de limpieza por soplado de hollín acumulado en la fuente, siempre que estos períodos no excedan quince (15) minutos y la operación no se repita más de dos veces al día. Cuando por las características de los procesos y/o de los equipos de combustión se justifique técnicamente que se requiere mayor tiempo para su arranque o limpieza con soplado de hollín, se deberá obtener la aprobación de la Entidad Ambiental de Control.

4.1.5.5 Para las fuentes fijas significativas, se requerirá que estas cuenten, por lo menos, con equipos básicos de control de emisiones de partículas, esto a fin de mitigar aquellas emisiones que se registren durante períodos de arranque o de soplado de hollín en la fuente. Los equipos básicos de control comprenden equipos tales como separadores inerciales (ciclones). Además, la Entidad Ambiental de Control podrá requerir, por parte del regulado, la instalación de equipos de control de emisiones de partículas adicionales a los equipos básicos descritos, siempre que la evaluación técnica y económica del equipo de control a ser instalado así lo determine.

4.1.5.6 Toda fuente fija significativa está obligada a presentar a la Entidad Ambiental de Control los resultados que se obtengan de los programas de medición de emisiones que deban ejecutarse. La Entidad Ambiental de Control establecerá una base de datos con las emisiones de todas las fuentes bajo su control, así como establecerá los procedimientos de mantenimiento y de control de calidad de la misma.

4.2 Métodos y equipos de medición de emisiones desde fuentes fijas de combustión

4.2.1 General

4.2.1.1 Para demostración de cumplimiento con la presente norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, los equipos, métodos y procedimientos de medición de emisiones deberán cumplir requisitos técnicos mínimos, establecidos a continuación. Además, la fuente fija deberá proveer de requisitos técnicos mínimos que permitan la ejecución de las mediciones.

4.2.2 Requisitos y métodos de medición

4.2.2.1 A fin de permitir la medición de emisiones de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión, estas deberán contar con los siguientes requisitos técnicos mínimos:

a. plataforma de trabajo, con las características descritas en la figura 1 (Anexo),
b. escalera de acceso a la plataforma de trabajo,
c. suministro de energía eléctrica cercano a los puertos de muestreo.

4.2.2.2 Método 1: definición de puertos de muestreo y de puntos de medición en chimeneas.- este método provee los procedimientos para definir el número y ubicación de los puertos de muestreo, así como de los puntos de medición al interior de la chimenea.

4.2.2.3 Número de puertos de muestreo.- el número de puertos de muestreo requeridos se determinará de acuerdo al siguiente criterio:

a. dos (2) puertos para aquellas chimeneas o conductos de diámetro menor 3,0 metros,
b. cuatro (4) puertos para chimeneas o conductos de diámetro igual o mayor a 3,0 metros.

4.2.2.4 Para conductos de sección rectangular, se utilizará el diámetro equivalente para definir el número y la ubicación de los puertos de muestreo.

4.2.2.5 Ubicación de puertos de muestreo.- los puertos de muestreo se colocarán a una distancia de, al menos, ocho diámetros de chimenea corriente abajo y dos diámetros de chimenea corriente arriba de una perturbación al flujo normal de gases de combustión (ver figura 1, Anexo). Se entiende por perturbación cualquier codo, contracción o expansión que posee la chimenea o conducto. En conductos de sección rectangular, se utilizará el mismo criterio, salvo que la ubicación de los puertos de muestreo se definirá en base al diámetro equivalente del conducto.

4.2.2.6 Número de puntos de medición.- cuando la chimenea o conducto cumpla con el criterio establecido en 4.2.2.5, el número de puntos de medición será el siguiente:

a. doce (12) puntos de medición para chimeneas o conductos con diámetro, o diámetro equivalente, respectivamente, mayor a 0,61 metros,
b. ocho (8) puntos de medición para chimeneas o conductos con diámetro, o diámetro equivalente, respectivamente, entre 0,30 y 0,60 metros, y,
c. nueve (9) puntos de medición para conductos de sección rectangular con diámetro equivalente entre 0,30 y 0,61 metros.

4.2.2.7 Para el caso de que una chimenea no cumpla con el criterio establecido en 4.2.2.5, el número de puntos de medición se definirá de acuerdo con la figura 2 (Anexo). Al utilizar esta figura, se determinarán las distancias existentes tanto corriente abajo como corriente arriba de los puertos de muestreo, y cada una de estas distancias será dividida para el diámetro de la chimenea o conducto, esto a fin de determinar las distancias en función del número de diámetros. Se seleccionará el mayor número de puntos de medición indicado en la figura, de forma tal que, para una chimenea de sección circular, el número de puntos de medición sea múltiplo de cuatro. En cambio, para una chimenea de sección rectangular, la distribución de puntos de medición se definirá en base a la siguiente matriz (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución de puntos de medición para una chimenea o conducto de sección rectangular

NUMERO DE PUNTOS DE MEDICIÓN	DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS
9	3 x 3
12	4 x 3
16	4 x 4
20	5 x 4
25	5 x 5
30	6 x 5
36	6 x 6
42	7 x 6
49	7 x 7

4.2.2.8 Ubicación de los puntos de medición en chimeneas de sección circular.- determinado el número de puntos de medición, los puntos se deberán distribuir, en igual número, a lo largo de dos diámetros perpendiculares entre sí, que estén en el mismo plano de medición al interior de la chimenea o conducto. La ubicación exacta de cada uno de los puntos, a lo largo de cada diámetro, se determinará según la Tabla 5.

4.2.2.9 Ubicación de los puntos de medición en chimeneas de sección rectangular.- para el número de puntos de medición determinado, se dividirá la sección transversal de la chimenea o conducto en un número de áreas rectangulares igual al número de puntos de medición determinado. Luego, cada punto de medición se ubicará en el centro de cada área rectangular definida (ver figura 3, Anexo).

4.2.2.10 Método 2: procedimiento para la determinación de la velocidad y gasto volumétrico de gases de escape en chimenea o conducto. Este método comprende:

a. Uso de un tubo de Pitot, del tipo estándar o del tipo S, para medir la presión dinámica de la corriente de gases de escape.
b. Medición de la temperatura del gas dentro de la chimenea.
c. Barómetro para medir presión atmosférica.
d. Analizador de gases para determinar el peso molecular húmedo del gas en chimenea (ver método 3).
e. Cálculo de la velocidad del gas.
f. Determinación del área transversal del ducto o chimenea.

Tabla 5. Ubicación de puntos de medición en chimeneas o conductos de sección circular

Número de puntos de medición para un diámetro	Número de puntos de medición en un diámetro de chimenea											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	14,6	6,7	4,4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
2	85,4	25,0	14,6	10,5	8,2	6,7	5,7	4,9	4,4	3,9	3,5	3,2
3		75,0	29,6	19,4	14,6	11,8	9,9	8,5	7,5	6,7	6,0	5,5
4		93,3	70,4	32,3	22,6	17,7	14,6	12,5	10,9	9,7	8,7	7,9
5			85,4	67,7	34,2	25,0	20,1	16,9	14,6	12,9	11,6	10,5
6			95,6	80,6	65,8	35,6	26,9	22,0	18,8	16,5	14,6	13,2
7				89,5	77,4	64,4	36,6	28,3	23,6	20,4	18,0	16,1
8				96,8	85,4	75,0	63,4	37,5	29,6	25,0	21,8	19,4
9					91,8	82,3	73,1	62,5	38,2	30,6	26,2	23,0
10					97,4	88,2	79,9	71,7	61,8	38,8	31,5	27,2
11						93,3	85,4	78,0	70,4	61,2	39,3	32,3
12						97,9	90,1	83,1	76,4	69,4	60,7	39,8
13							94,3	87,5	81,2	75,0	68,5	60,2
14							98,2	91,5	85,4	79,6	73,8	67,7
15								95,1	89,1	83,5	78,2	72,8
16								98,4	92,5	87,1	82,0	77,0
17									95,6	90,3	85,4	80,6
18									98,6	93,3	88,4	83,9
19										96,1	91,3	86,8
20										98,7	94,0	89,5
21											96,5	92,1
22											98,9	94,5
23												96,8
24												98,9

Nota:
Valores como porcentaje del diámetro de la chimenea, y a ser contados desde la pared interior de la chimenea hasta el punto de medición.

4.2.2.11 Para la aplicación del procedimiento, el tubo Pitot, previamente calibrado, se introducirá en el conducto o chimenea, en el punto de medición seleccionado, y se tomará lectura de la presión de velocidad. Este procedimiento se repetirá para cada uno de los puntos de medición seleccionados. La velocidad promedio en el conducto o chimenea será el valor obtenido, mediante la siguiente ecuación, para el promedio aritmético de todas las lecturas de presión de velocidad registradas.

$$V = KpCp\sqrt{\Delta P}\sqrt{\frac{Ts}{PsMs}}$$

donde:
V: velocidad del gas en chimenea (m/s ó ft/s);
Kp: constante de la ecuación de velocidad (34,97 sistema internacional ó 85,49 unidades inglesas);

Cp: coeficiente del tubo Pitot, provisto por fabricante (adimensional);
ΔP: presión de velocidad promedio (mm. H2O ó pulg. H2O);
Ts: temperatura absoluta del gas en chimenea (°K ó °R);
Ps: presión total absoluta en chimenea = presión atmosférica + presión estática en chimenea (mm Hg ó pulg. Hg);
Ms: peso molecular húmedo del gas en chimenea (g/g-mol ó libras/libra-mol);

El gasto volumétrico de la fuente fija de combustión se obtendrá multiplicando la velocidad promedio del gas por el área transversal del conducto o chimenea en el sitio de medición.

4.2.2.12 Método 3: procedimiento para la determinación del peso molecular seco de los gases de escape. Este método comprende:

a. Uso de un analizador de gases para determinación de contenido de dióxido de carbono, oxígeno y monóxido de carbono en los gases de escape. El analizador de gases podrá ser cualquiera de los modelos disponibles localmente, tales como Fyrite, Orsat o analizadores con tecnología de celdas electroquímicas. Se debe reconocer que algunos de estos instrumentos proveen resultados para dos de los tres parámetros requeridos, por lo que se aceptará el uso de cartas, figuras, nomogramas, ecuaciones, u otros medios, que permitan determinar el tercer parámetro a partir de dos parámetros conocidos.

b. El peso molecular seco (Md), se determinará mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Md = 0.44\%\ CO_2 + 0.32\%\ O_2 + 0.28\%\ CO + 0.28\%\ N_2$$

El porcentaje de nitrógeno N_2 se obtendrá restando del 100%, el % de CO_2, el % de O_2 y el % de CO.

c. Cuando no sea posible determinar el contenido de dióxido de carbono, de oxígeno y de monóxido de carbono en los gases de escape, se podrá utilizar el valor de 30,0 (treinta) para el peso molecular seco, siempre que la fuente fija opere con combustibles fósiles sólido, líquido o gaseoso.

4.2.2.13 Método 4: procedimiento para la determinación de contenido de humedad de los gases de escape. Este método comprende:

a. Extracción de una muestra a un gasto constante. Se procurará que el volumen de gas colectado sea, por lo menos, de 0,60 metros cúbicos, a condiciones de referencia, y el gasto de succión del gas no sea mayor a 0,020 metros cúbicos por minuto (0,75 pies cúbicos por minuto). La colección de gas se efectuará con la sonda provista por el equipo de medición, y contará con dispositivo de calentamiento de la misma, a fin de evitar la condensación de humedad.

b. Remoción de la humedad de la muestra. El equipo a utilizarse será, en diseño, igual al utilizado en el método 5, determinación de emisión de partículas. El equipo consiste de una sección de cuatro impactadores o envases de vidrio, de los cuales dos serán llenados con agua, y el cuarto impactador será llenado con sílica gel. Previo a la medición se registrará el peso de estos tres envases, tanto llenos con agua como llenos con sílica gel. Todos los impactadores se encontrarán alojados en una caja, llenada con hielo, a fin de permitir la condensación de la humedad presente en los gases de chimenea.

c. Determinación gravimétrica y volumétrica de la humedad colectada. Posterior a la toma de muestra, se determinará el contenido de humedad mediante el incremento de volumen de agua colectada en los impactadores, y, mediante el incremento de peso en el impactador llenado con sílica gel.

4.2.2.14 Los resultados que se obtengan, de volumen de agua colectada y de peso de agua colectada, serán corregidos a las condiciones de referencia. El contenido de humedad, en los gases de chimenea, será la razón entre el volumen total de agua colectada dividido para dicho volumen más el volumen de gas seco, este último determinado por el equipo de muestreo.

4.2.2.15 Como alternativa al método descrito, serán aceptables los métodos de estimación tales como técnicas de condensación, técnicas psicrométricas mediante temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo, cálculos estequiométricos, experiencias previas, entre otros.

4.2.2.16 Método 5: procedimiento para la determinación de emisión de partículas desde la fuente fija. Este método comprende:

a. Colección de muestras mediante el equipo denominado tren isocinético. Este equipo consiste de cuatro secciones principales: la sonda de captación de partículas, la sección de filtro, la sección de condensación de humedad, o de impactadores, y, la sección de medidor de volumen de gas seco muestreado. Las mediciones a efectuarse deberán incluir la descripción técnica del equipo tren isocinético, el cual necesariamente deberá proveer las especificaciones del fabricante, y en las que se especifique que el equipo cumple con el método promulgado por la US EPA.

b. Las muestras de partículas serán colectadas, en cada uno de los puntos de muestreo al interior de la chimenea, definidos en el método 1, durante un período de cinco (5) minutos en cada uno de dichos puntos. En ningún caso el tiempo de muestreo, en cada punto, será inferior a tres (3) minutos.
c. La condición de isocinetismo aceptada deberá estar comprendida entre 90 y 110%.
d. Previo a la ejecución de mediciones, se deberá efectuar una prueba de detección de fugas en el equipo de muestreo, una vez armado en el sitio.
e. La masa de partículas se determinará gravimétricamente, esto es, mediante la diferencia de peso en el filtro a la finalización de la medición con respecto al peso previo al inicio de la misma.
f. Además, se determinará el peso de aquellas partículas captadas en la sonda de muestreo. Para esto, se realizará un enjuague del interior de la sonda, de la boquilla de succión de la sonda, y de accesorios de esta, utilizando para el efecto acetona. El líquido colectado será almacenado en un frasco de vidrio, y llevado a laboratorio, en donde será transferido a un vaso de precipitación, será registrado su peso inicial, y se dejará evaporar el solvente a temperatura y presión ambiente. El vaso será secado por un período de 24 horas y registrado su peso final.
g. La masa total de partículas colectadas será la suma de las partículas obtenidas en el filtro más aquellas captadas al interior de la sonda de muestreo.
h. La concentración de partículas emitidas, a expresarse en miligramos por metro cúbico de aire seco, será la masa total de partículas dividida para el volumen total de gas seco muestreado, y corregido a las condiciones de referencia.

4.2.2.17 Métodos para determinación de emisión de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno desde una fuente fija.- Esta determinación se realizará mediante uno de los dos sistemas de medición aquí propuestos, estos son, con el uso de instrumentación basada en analizadores portátiles, o, con el uso de los procedimientos de colección, recuperación y análisis en laboratorio de muestras colectadas. Se especificará claramente el método utilizado en la medición de emisiones.

4.2.2.18 Uso de analizadores portátiles.- se utilizarán equipos disponibles en el mercado, que reporten las emisiones de dióxido de azufre y/o de óxidos de nitrógeno en base a técnicas tales como de fluorescencia, ultravioleta, e infrarrojo no dispersivo, para el caso de dióxido de azufre, o, de quimiluminiscencia, para el caso de óxidos de nitrógeno. Otra opción consiste en la utilización de analizadores portátiles, que operan con tecnología de celdas electroquímicas, y diseñados para medición también de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno.

4.2.2.19 De utilizarse analizadores portátiles, sea con cualquiera de las técnicas descritas en 4.2.2.18, estos equipos deberán contar con los respectivos certificados de calibración, otorgados por el fabricante de los mismos.

4.2.2.20 Los analizadores deberán contar con los accesorios que permitan el acondicionamiento de la muestra de gases en chimenea, previo al ingreso de la misma a la sección de medición. El sistema de medición deberá contar con una sonda de admisión del gas en chimenea, provista de sección de calentamiento o similar, que garanticen la no condensación de vapor de agua presente en la muestra y evitar así la consiguiente absorción de dióxido de azufre o de óxidos de nitrógeno en el líquido condensado. Si el analizador reporta los resultados en base seca, el sistema de medición deberá contar con una unidad de condensación, o dispositivo similar, que garanticen la purga o evacuación del vapor de agua condensado, y al mismo tiempo, minimice el contacto entre la muestra de gases y el líquido condensado. Se aceptarán también equipos analizadores que determinen concentraciones de SO2 y/o de NOx en base húmeda, siempre que los resultados sean convertidos a concentración en base seca mediante métodos apropiados.

4.2.2.21 Los analizadores que utilicen la técnica de celdas electroquímicas deberán contar con celdas individuales tanto para medir el óxido nitroso NO como el dióxido de nitrógeno NO_2 y reportarán los resultados de emisión de óxidos de nitrógeno como la suma de óxido nitroso (NO) y de dióxido de nitrógeno (NO_2). En el caso de analizadores que utilicen la técnica de quimiluminiscencia, los resultados se reportarán directamente como total de óxidos de nitrógeno expresados como NO2.

4.2.2.22 La medición de NOx y de SO2, utilizando cualquier tipo de equipo analizador portátil, se efectuará seleccionando el número de puntos al interior de la sección de chimenea que se determine según lo descrito en el método 1 de esta norma técnica.

4.2.2.23 Método de laboratorio para SO2.- el método consiste en la retención de SO2 por medio de una reacción química irreversible y la posterior determinación de la concentración mediante titulación de bario–torina. En este método, se colectará una muestra de gas en un equipo similar al tren de muestreo descrito en el método 5. Los reactivos necesarios, así como las características de los componentes del equipo serán aquellos descritos en el método 6 promulgado por la US EPA (40 CFR 60). El equipo deberá contar con un medidor del volumen de gas seco colectado. La muestra se colectará en un único punto, situado en el centro geométrico interior de la chimenea o conducto, y durante un período de treinta (30) minutos, a fin de asegurar la representatividad de la muestra. Se inspeccionará cada cinco (5) minutos la proporcionalidad del flujo seleccionado. Para una medición completa, se colectarán seis (6) muestras individuales.

4.2.2.24 Método de laboratorio para NOx.- se colecta una muestra en un frasco al que se ha efectuado vacío previamente, este envase contiene una solución absorbente diluida de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. La muestra es posteriormente analizada en laboratorio colorimétricamente, utilizándose el procedimiento del ácido fenoldisulfónico. Los reactivos necesarios, los procedimientos de preparación, muestreo y recuperación de muestras, así como las características de los procedimientos de análisis de las muestras, serán aquellos descritos en el método 7 promulgado por la US EPA (40 CFR 60). Los resultados se expresarán como NO2. La muestra se colectará en un único punto, situado en el centro geométrico interior de la chimenea o conducto. Para una medición completa, se colectarán doce (12) muestras individuales.

4.2.3 De la frecuencia de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión

4.2.3.1 Las fuentes fijas que se determine requieran de monitoreo de sus emisiones al aire, efectuarán los respectivos trabajos de medición y reporte de resultados, al menos, una vez cada seis meses.

4.2.3.2 Requerimientos de Reporte.- Se elaborará un reporte con el contenido mínimo siguiente:

a) Identificación de la fuente fija (Nombre o razón social, responsable, dirección);
b) ubicación de la fuente fija, incluyendo croquis de localización y descripción de predios vecinos;
c) nombres del personal técnico que efectuó la medición;
d) introducción, la cual describirá el propósito y el lugar de la medición, fechas, contaminantes objeto de medición, identificación de observadores presentes, tanto de la fuente como representantes de la Entidad Ambiental de Control (de aplicarse);
e) resumen de resultados, incluyendo los resultados en sí obtenidos, datos del proceso de combustión, emisiones máximas permitidas para la fuente;
f) características de operación de la fuente fija, esto es, descripción del proceso y de equipos o técnicas de control o reducción de emisiones (de aplicarse), descripción de materias primas o combustibles utilizados, propiedades relevantes de estos, y cualquier información relevante para con la operación de la fuente;
g) métodos de muestreo y de análisis utilizados, describiendo la ubicación de los puertos de muestreo y de los puntos de medición al interior de la chimenea, descripción de los equipos y/o accesorios utilizados en la recolección de muestras o medición, procedimientos o certificados de calibración empleados, y una breve discusión de los procedimientos de muestreo y de análisis de resultados seguidos, incluyendo cualquier desviación en el procedimiento, y las debidas justificaciones técnicas;
h) anexos, los cuales incluirán cualquier información de respaldo.

4.3 De los límites máximos permisibles de emisiones al aire para procesos específicos

4.3.1 Elaboración de cemento

Tabla 6. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para elaboración de cemento

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES [1]
Partículas Totales	Horno de clínker Enfriador de clínker	150 100	50 50	mg/Nm^3 mg/Nm^3
Óxidos de Nitrógeno	– –	1 800	1 300	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	– –	800	600	mg/Nm^3

Notas:
[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

4.3.2 Elaboración de vidrio

Tabla 7. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para elaboración de vidrio

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES [1]
Partículas Totales	– –	250	200	mg/Nm^3
Óxidos de Nitrógeno	– –	1 200	1 000	mg/Nm^3
Dióxido de Azufre	– –	1 800	1 500	mg/Nm^3

Notas:

[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno. Esta norma no se aplica cuando se utilice inyección de oxígeno en los quemadores.

4.3.3 Elaboración de pulpa de papel

Tabla 8. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para elaboración de pulpa de papel

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES
Partículas Totales	Pasta por proceso kraft o por bisulfito	250	150	mg/Nm^3 [1]
Dióxido de Azufre	– –	10	5	kg/ton pasta [2]

Notas:

[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C.

[2] kg/ton pasta: kilogramos por tonelada de pasta.

4.3.4 Fundición de metales

Tabla 9. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fundición de metales

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES [1]
Partículas Totales	Cubilotes:			
	de 1 a 5 t/h	600	250	mg/Nm^3
	mayor a 5 t/h	300	150	mg/Nm^3
	Arco eléctrico:			
	menor 5 t	350	250	mg/Nm^3
	mayor 5 t	150	120	mg/Nm^3

Notas:

[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno.

4.3.5 Elaboración de azúcar: equipos de combustión que utilizan bagazo como combustible

Tabla 10. Límites máximos permisibles de emisiones al aire desde combustión de bagazo en equipos de instalaciones de elaboración de azúcar

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES
Partículas Totales	– –	300	150	mg/m^3 [1]

Notas:

[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 12% de O2, en base seca.

4.3.6 Motores de Combustión Interna

Tabla 11. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para motores de combustión interna

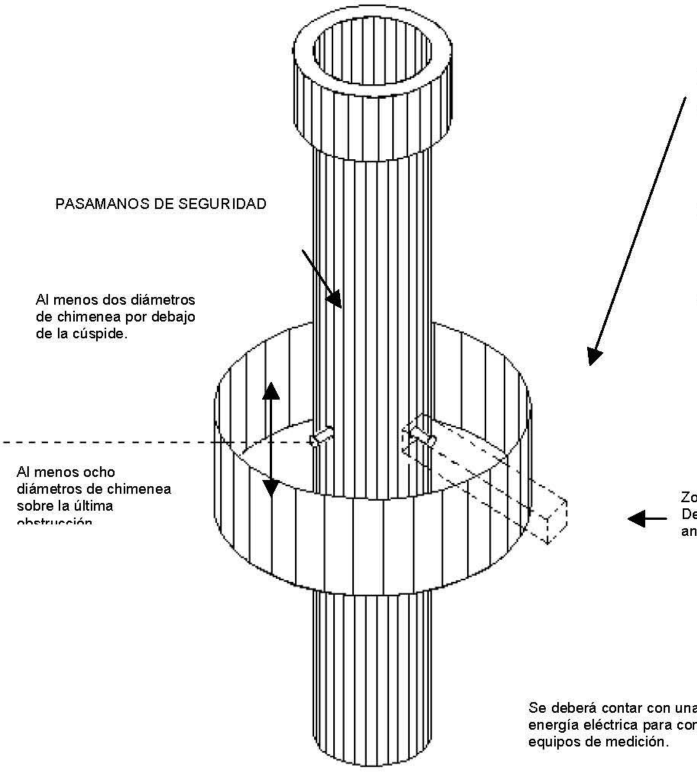
CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES [1]
Partículas Totales	– –	350	150	mg/m^3
Óxidos de Nitrógeno	– –	2 300	2 000	mg/m^3
Dióxido de Azufre	– –	1 500	1 500	mg/m^3

Notas:

[1] mg/m^3: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de de 1 013 milibares de presión y temperatura de 0 °C, corregidos a 15% de O2, en base seca.

ANEXO

Figura 1. Requisitos para ejecución de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas



PLATAFORMA DE TRABAJO

A. Plataforma con al menos 0,9 m de ancho (1,2 m para chimeneas con 3,0 m o más de diámetro) y capaz de soportar el peso de 3 personas y de 100 kg. de equipo.

B. La plataforma contará con pasamanos de seguridad y poseerá acceso mediante escalera, adecuada para el efecto

C. No debe existir ningún tipo de obstrucción a 0,9 m de distancia, por debajo de los puertos de muestreo.

PASAMANOS DE SEGURIDAD

Al menos dos diámetros de chimenea por debajo de la cúspide.

Al menos ocho diámetros de chimenea sobre la última obstrucción

Zona de maniobra
Debe de medir 1,2 m de ancho y 0,9 m

Se deberá contar con una fuente de energía eléctrica para conectar los equipos de medición.

Figura 2. Número de puntos de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas

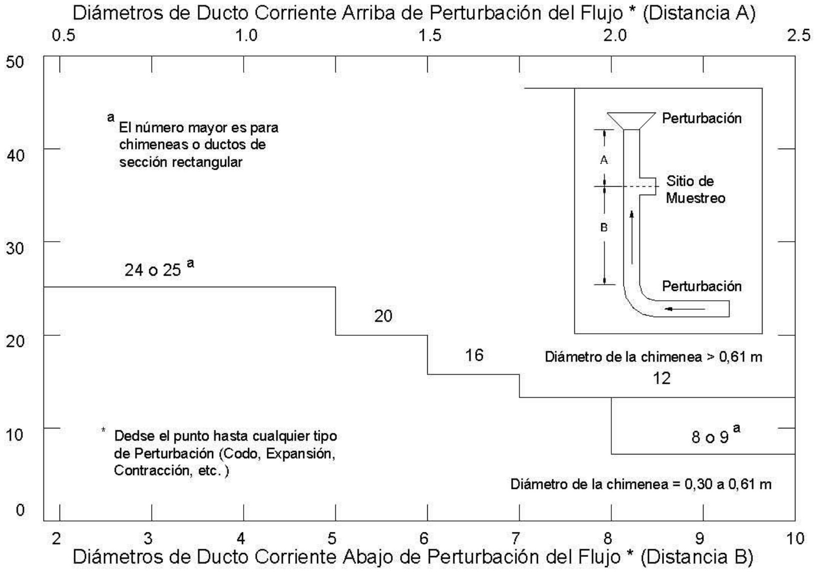
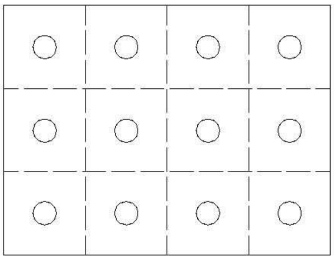
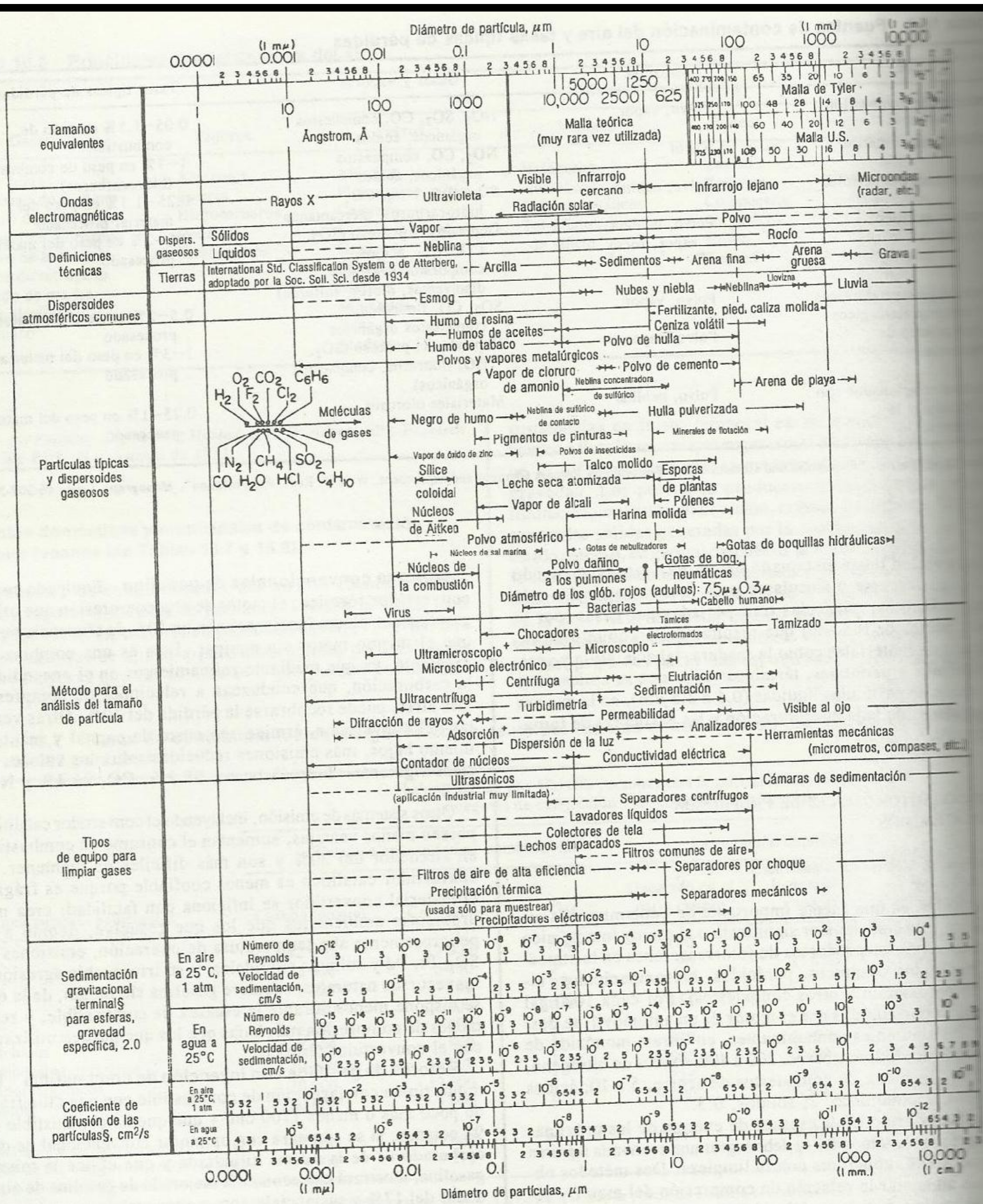


Figura 3. Ejemplo de puntos de medición de emisiones al aire en conducto de sección rectangular (12 áreas iguales con punto de medición en centroide de cada área)



APÉNDICE F

TAMAÑOS Y CARACTERÍSTICAS DE PARTÍCULAS LLEVADAS POR EL AIRE [10] [11]



* Diámetros moleculares calculados a partir de datos de viscosidad a 0°C
+ Proporciona el diámetro promedio de partícula pero no la distribución de tamaños
‡ La distribución de tamaños se puede obtener mediante una calibración especial
§ En los valores dados para el aire se incluye el factor de Stokes-Cunningham, pero no en los del agua.

Fig. 18.1 Tamaños y características de partículas llevadas por el aire. [Tomado de C. E. Lapple, *Stanford Res. Inst. Jour*, vol. 5, pág. 94 (tercer trimestre de 1961). Reimpreso con autorización.]

Table 4 Collectors Used in Industry

Operation	Concentration	Particle Size	Cyclone	High-Efficiency Centrifugal	Rotating Centrifugal Mist	Wet Collectors		Self-Cleaning Fabric Filter	Disposable Media Filter	Electrostatic Precipitators		Notes
						Medium-Pressure	High-Energy			High-Voltage	Low-Voltage	
Ceramics												
a. Raw product handling	Light	Fine	Rare	Seldom	N/A	Frequent	N/U	Frequent	N/A	N/U	N/A	1
b. Fettling	Light	Fine to medium	Rare	Occasional	N/A	Frequent	N/U	Frequent	N/A	N/U	N/A	2
c. Refractory sizing	Heavy	Coarse	Seldom	Occasional	N/A	Frequent	Rare	Frequent	N/A	N/U	N/A	3
d. Glaze and vitreous enamel spray	Moderate	Medium	N/U	N/U	N/A	Usual	N/U	Occasional	N/A	N/A	N/A	—
e. Glass melting	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	Occasional	N/U	Occasional	N/A	Usual	N/A	—
f. Frit smelting	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	N/U	Often	Often	N/A	Often	N/A	—
g. Fiberglass forming and curing	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	Occasional	N/U	N/U	Rare	Usual	N/A	—
Chemicals												
a. Material handling	Light to moderate	Fine to medium	Occasional	Frequent	N/A	Frequent	Frequent	Frequent	N/A	N/U	N/A	4
b. Crushing, grinding	Moderate to heavy	Fine to coarse	Often	Frequent	N/A	Frequent	Occasional	Frequent	N/A	N/U	N/A	5
c. Pneumatic conveying	Very heavy	Fine to coarse	Usual	Occasional	N/A	Rare	Rare	Usual	N/A	N/U	N/A	6
d. Roasters, kilns, coolers	Heavy	Medium to coarse	Occasional	Usual	N/A	Usual	Frequent	Rare	N/A	Often	N/A	7
e. Incineration	Light to medium	Fine	N/U	N/U	N/A	N/U	Frequent	Rare	N/A	Frequent	N/A	8
Coal Mining and Handling												
a. Material handling	Moderate	Medium	Rare	Occasional	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	N/A	N/A	9
b. Bunker ventilation	Moderate	Fine	Occasional	Frequent	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	N/A	N/A	10
c. Dedusting, air cleaning	Heavy	Medium to coarse	Occasional	Frequent	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	N/A	N/A	11
d. Drying	Moderate	Fine	Rare	Occasional	N/A	Frequent	Occasional	N/U	N/A	N/A	N/A	12
Combustion Fly Ash												
a. Coal burning:												
Chain grate	Light	Fine	N/A	Rare	N/A	N/U	N/U	Frequent	N/A	N/U	N/A	13
Spreader stoker	Moderate	Fine to coarse	Rare	Rare	N/A	N/U	N/U	Frequent	N/A	Rare	N/A	14
Pulverized coal	Heavy	Fine	N/A	Frequent	N/A	N/U	N/U	Frequent	N/A	Usual	N/A	14
Fluidized bed	Moderate	Fine	Usual	—	N/A	—	—	Frequent	N/A	Frequent	N/A	—
Coal slurry	Light	—	—	—	N/A	—	—	Often	N/A	Often	N/A	—
b. Wood waste	Varied	Coarse	Usual	Usual	N/A	N/U	N/U	Occasional	N/A	Often	N/A	15
c. Municipal refuse	Light	Fine	N/U	N/U	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	Frequent	N/A	—
d. Oil	Light	Fine	N/U	N/U	N/A	N/U	N/U	Usual	N/A	Often	N/A	—
e. Biomass	Moderate	Fine to coarse	N/U	N/U	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	Frequent	N/A	—
Foundry												
a. Shakeout	Light to moderate	Fine	Rare	Rare	N/A	Rare	Seldom	Usual	N/A	N/U	N/A	16
b. Sand handling	Moderate	Fine to medium	Rare	Rare	N/A	Usual	N/U	Rare	N/A	N/U	N/A	17
c. Tumbling mills	Moderate	Medium to coarse	N/A	N/A	N/A	Frequent	N/U	Usual	N/A	N/U	N/A	18
d. Abrasive cleaning	Moderate to heavy	Fine to medium	N/A	Occasional	N/A	Frequent	N/U	Usual	N/A	N/U	N/A	19
Grain Elevator, Flour and Feed Mills												
a. Grain handling	Light	Medium	Usual	Occasional	N/A	Rare	N/U	Frequent	N/A	N/A	N/A	20
b. Grain drying	Light	Coarse	N/A	N/A	N/A	N/U	N/U	See Note 20	N/A	N/A	N/A	21
c. Flour dust	Moderate	Medium	Rare	Often	N/A	Occasional	N/U	Usual	N/A	N/A	N/A	22
d. Feed mill	Moderate	Medium	Often	Often	N/A	Occasional	N/U	Frequent	N/A	N/A	N/A	23
Metal Melting												
a. Steel blast furnace	Heavy	Varied	Frequent	Rare	N/A	Frequent	Frequent	N/U	N/A	Frequent	N/A	24
b. Steel open hearth, basic oxygen furnace	Moderate	Fine to coarse	N/A	N/A	N/A	N/A	Often	Rare	N/A	Frequent	N/A	25
c. Steel electric furnace	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	N/A	Occasional	Usual	N/A	Rare	N/A	26
d. Ferrous cupola	Moderate	Varied	N/A	N/A	N/A	Frequent	Often	Frequent	N/A	Occasional	N/A	27
e. Nonferrous reverberatory furnace	Varied	Fine	N/A	N/A	N/A	Rare	Occasional	Usual	N/A	N/U	N/A	28
f. Nonferrous crucible	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	Rare	Rare	Occasional	N/A	N/U	N/A	29

Metal Mining and Rock Products												
a. Material handling	Moderate	Fine to medium	Rare	Occasional	N/A	Usual	N/U	Considerable	N/A	N/U	N/A	30
b. Dryers, kilns	Moderate	Medium to coarse	Frequent	Occasional	N/A	Frequent	Occasional	N/U	N/A	Occasional	N/A	31
c. Cement rock dryer	Moderate	Fine to medium	N/A	Frequent	N/A	Occasional	Rare	N/U	N/A	Occasional	N/A	30
d. Cement kiln	Heavy	Fine to medium	N/A	Frequent	N/A	Rare	N/U	Usual	N/A	Usual	N/A	32
e. Cement grinding	Moderate	Fine	N/A	Rare	N/A	N/U	N/U	Usual	N/A	Rare	N/A	33
f. Cement clinker cooler	Moderate	Coarse	N/A	Occasional	N/A	N/U	N/U	Occasional	N/A	N/U	N/A	34
Metal Working												
a. Production grinding, scratch brushing, abrasive cutoff	Light	Coarse	Occasional	Frequent	N/A	Considerable	N/U	Considerable	N/A	N/U	N/A	35
b. Portable and swing frame	Light	Medium	Rare	Frequent	N/A	Frequent	N/U	Considerable	N/A	N/U	N/A	—
c. Buffing	Light	Varied	Frequent	Rare	N/A	Frequent	N/U	Rare	N/A	N/U	N/A	36
d. Tool room	Light	Fine	Frequent	Frequent	N/A	Frequent	N/U	Frequent	N/A	N/U	N/A	37
e. Cast-iron machining	Moderate	Varied	Rare	Frequent	N/A	Considerable	N/U	Considerable	N/A	N/U	N/A	38
f. Steel, brass, aluminum machining	Light to moderate	< 1 µm smoke, med. mist to solids	N/A	N/A	Frequent	Occasional	N/U	Occasional	Frequent	N/U	Frequent	39
g. Welding	Light to moderate	< 1 µm fume to medium	N/A	N/A	N/A	Occasional	N/U	Frequent	Frequent	Rare	Occasional	40
h. Plasma and laser cutting	Moderate		N/A	N/A	N/A	Occasional	N/U	Frequent	Rare	N/A	N/U	41
i. Laser welding	Moderate		N/A	N/A	N/A	Occasional	N/U	Frequent	Rare	N/A	N/U	41
j. Abrasive machining	Moderate to heavy	Fine to < 1 µm	N/A	N/U	Occasional	Occasional	N/U	Rare	Frequent	N/A	Rare	39
k. Milling, turning, cutting tools	Light to moderate	Fine to < 1 µm	N/A	N/U	Frequent	Occasional	N/U	N/A	Frequent	N/A	Frequent	—
l. Annealing, heat treating, induction heating, quenching	Moderate to heavy	< 1 µm	N/A	N/U	N/A	Rare	Rare	N/A	Rare	N/A	Frequent	—
Pharmaceutical and Food Products												
a. Mixers, grinders, weighting, blending, bagging, packaging	Light	Medium	Rare	Frequent	N/A	Frequent	N/U	Frequent	Occasional	N/U	N/U	42
b. Coating pans	Varied	Fine to medium	Rare	Rare	N/A	Frequent	N/U	Frequent	Rare	N/U	N/U	43
PLASTICS												
a. Raw material processing	(See comments under CHEMICALS)											44
b. Plastic finishing	Light to moderate	Varied	Frequent	Frequent	N/A	Frequent	N/U	Frequent	Rare	N/U	N/U	45
c. Molding, extruding, curing	Light to moderate	< 1 µm smoke	N/A	N/A	N/A	Rare	N/U	N/A	Occasional	N/U	Considerable	46
Pulp and Paper												
a. Recovery boilers:												
Direct contact	Heavy	Medium	N/U	N/U	N/A	N/U	N/U	Occasional	N/A	Usual	N/A	—
Low odor	Heavy	Medium	N/U	N/U	N/A	N/U	N/U	Occasional	N/A	Usual	N/A	—
b. Lime kilns	Heavy	Coarse	N/U	N/U	N/A	N/U	N/U	Often	N/A	Often	N/A	—
c. Wood-chip dryers	Varied	Fine to coarse	N/U	N/U	N/A	N/U	N/U	Occasional	N/A	Often	N/A	—
Rubber Products												
a. Mixers	Moderate	Fine	N/A	N/A	N/A	Frequent	N/U	Usual	Rare	N/U	N/U	47
b. Batch-out rolls	Light	Fine	N/A	N/A	N/A	Usual	N/U	Frequent	N/A	N/U	Rare	48
c. Talc dusting and dedusting	Moderate	Medium	N/A	N/A	N/A	Frequent	N/U	Usual	Rare	N/U	N/U	49
d. Grinding	Moderate	Coarse	Often	Often	N/A	Frequent	N/U	Often	Rare	N/U	N/U	50
e. Molding, extruding, curing	Light to moderate	< 1 µm smoke	N/A	N/A	N/A	Rare	N/U	N/A	Occasional	N/A	Considerable	46
Wood Particle Board and Hard Board												
a. Particle dryers	Moderate	Fine to coarse	Usual	Occasional	N/A	Frequent	Occasional	Rare	N/A	Occasional	Rare	51
Woodworking												
a. Woodworking machines	Moderate	Varied	Usual	Occasional	N/A	Rare	N/U	Frequent	N/A	N/U	N/A	52
b. Sanding	Moderate	Fine	Frequent	Occasional	N/A	Occasional	N/U	Frequent	Rare	N/U	N/A	53
c. Waste conveying, hogs	Heavy	Varied	Usual	Rare	N/A	Occasional	N/U	Occasional	N/A	N/U	N/A	54

Source: Kane and Alden (1982). Information updated by ASHRAE Technical Committee 5.4.

Notes for Table 4

Definitions
N/A—Not applicable because of inefficiency or process incompatibility.
N/U—Not widely used.
Particle size
Fine—50% in 0.5 to 7 μm diameter range
Medium—50% in 7 to 15 μm diameter range
Coarse—50% over 15 μm diameter range
Concentration of particulate matter entering collector (loading)
Light—<4 g/m³
Moderate—4 to 10 g/m³
Heavy—>10 g/m³

[1] Dust released from bin filling, conveying, weighing, mixing, pressing, forming. Refractory products, dry pan, and screening operations more severe.

[2] Operations found in vitreous enameling, wall and floor tile, pottery.

[3] Grinding wheel or abrasive cutoff operation. Dust abrasive.

[4] Operations include conveying, elevating, mixing, screening, weighing, packaging. Category covers so many different materials that recommendation will vary widely.

[5] Cyclone and high-efficiency centrifugal collectors often act as primary collectors, followed by fabric filters or wet collectors.

[6] Usual setup uses cyclone as product collector followed by fabric filter for high overall collection efficiency.

[7] Dust concentration determines need for dry centrifugal collector; plant location, product value determines need for final collectors. High temperatures are usual, and corrosive gases not unusual. Liquid smoke emissions may be controlled by condensing precipitator systems using low-voltage, two-stage electrostatic precipitators.

[8] Ionizing wet scrubbers are widely used.

[9] Conveying, screening, crushing, unloading.

[10] Remote from other dust-producing points. Separate collector generally used.

[11] Heavy loading suggests final high-efficiency collector for all except very remote locations.

[12] Loadings and particle sizes vary with different drying methods.

[13] Boiler blow-down discharge is regulated, generally for temperature and, in some places, for pH limits; check local environmental codes on sanitary discharge.

[14] Collection for particulate or sulfur control usually requires a scrubber (dry or wet) and a fabric filter or electrostatic precipitator.

[15] Public nuisance from settled wood char indicates collectors are needed.

[16] Hot gases and steam usually involved.

[17] Steam from hot sand, adhesive clay bond involved.

[18] Concentration very heavy at start of cycle.

[19] Heaviest load from airless blasting because of high cleaning speed. Abrasive shattering greater with sand than with grit or shot. Amounts removed greater with sand castings, less with forging scale removal, least when welding scale is removed.

[20] Operations such as car unloading, conveying, weighing, storing.

[21] Special filters are successful.

[22] In addition to grain handling, cleaning rolls, sifters, purifiers, conveyors, as well as storing, packaging operations are involved.

[23] In addition to grain handling, bins, hammer mills, mixers, feeders, conveyors, bagging operations need control.

[24] Primary dry trap and wet scrubbing usual. Electrostatic precipitators are added where maximum cleaning is required.

[25] Air pollution control is expensive for open hearth, accelerating the use of substitute melting equipment, such as basic oxygen process and electric-arc furnace.

[26] Fabric filters have found extensive application for this air pollution control problem.

[27] Cupola control varies with plant size, location, melt rate, and air pollution emission regulations.

[28] Corrosive gases can be a problem, especially in secondary aluminum.

[29] Zinc oxide plume can be troublesome in certain plant locations.

[30] Crushing screening, conveying, storing involved. Wet ores often introduce water vapor in exhaust airstream.

[31] Dry centrifugal collectors are used as primary collectors, followed by a final cleaner.

[32] Collectors usually permit salvage of material and also reduce nuisance from settled dust in plant area.

[33] Salvage value of collected material is high. Same equipment used on raw grinding before calcining.

[34] Coarse abrasive particles readily removed in primary collector types.

[35] Roof discoloration, deposition on autos can occur with cyclones and, less frequently, with dry centrifugal. Heavy-duty air filter sometimes used as final cleaner.

[36] Linty particles and sticky buffing compounds can cause trouble in high-efficiency centrifugals and fabric filters. Fire hazard is also often present.

[37] Unit collectors extensively used, especially for isolated machine tools.

[38] Dust ranges from chips to fine floats, including graphitic carbon.

[39] Coolant mist and thermal smoke, often with solid swarf particulate entrained.

[40] Submicrometre smoke. Arc welding creates mostly dry metal oxide particulate, sometimes with liquid oil smoke. Resistance welding usually creates only liquid oil smoke, unless done at extremely high currents that vaporize some of the metal being welded.

[41] Plasma and laser cutting and welding of clean metals usually creates dry submicrometre smoke, but oily work pieces frequently generate a sticky mix of liquid and solid submicrometre smoke or fume.

[42] Materials involved vary widely. Collector selection may depend on salvage value, toxicity, sanitation yardsticks.

[43] Controlled temperature and humidity of supply air to coating pans makes recirculation from coating pans desirable.

[44] Manufacture of plastic compounds involves operations allied to many in chemical field and vanes with the basic process employed.

[45] Operations are similar to woodworking, and collector selection involves similar considerations.

[46] Submicrometre liquid smoke is frequently emitted when plastic and rubber products are heated.

[47] Concentration is heavy during feed operation. Carbon black and other fine additions make collection and dust-free disposal difficult.

[48] Often, no collection equipment is used where dispersion from exhaust stack is good and stack location is favorable.

[49] Salvage of collected material often dictates type of high-efficiency collector.

[50] Fire hazard from some operations must be considered.

[51] Granular bed filters, at times electrostatically augmented, have occasionally been used in this application.

[52] Bulky material. Storage for collected material is considerable; bridging from splinters and chips can be a problem.

[53] Production sanding produces heavy concentrations of particles too fine to be effectively captured by cyclones or dry centrifugal collectors.

[54] Primary collector invariably indicated with concentration and partial size range involved; when used, wet or fabric collectors are employed as final collectors.

APÉNDICE G

CONDICIONES DE TEMPERATURA Y VIENTO [11].

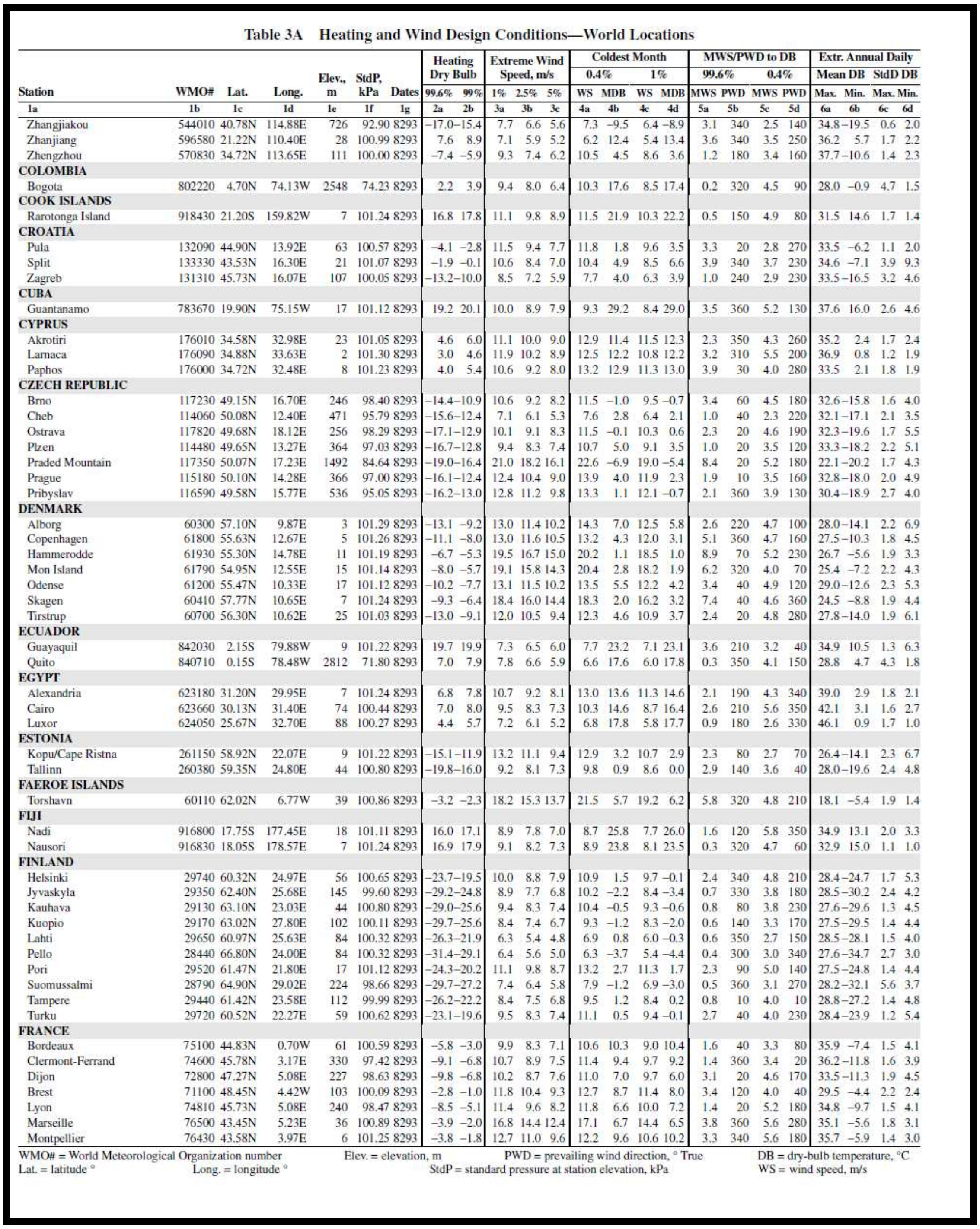


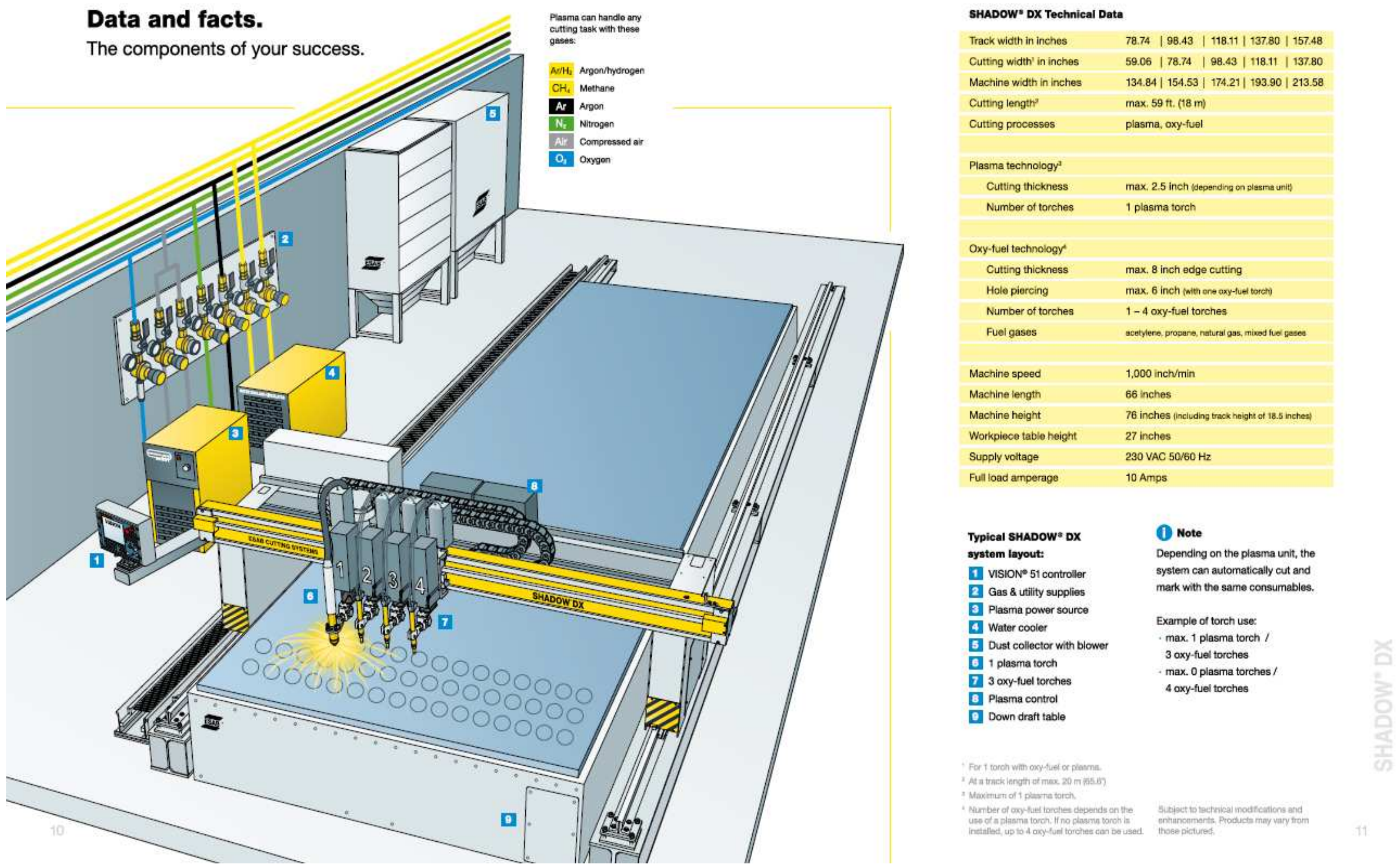
Table 3A Heating and Wind Design Conditions—World Locations

							Heating Dry Bulb		Extreme Wind Speed, m/s			Coldest Month				MWS/PWD to DB				Extr. Annual Daily			
												0.4%		1%		99.6%		0.4%		Mean DB		StdD DB	
Station	WMO#	Lat.	Long.	Elev., m	StdP, kPa	Dates	99.6%	99%	1%	2.5%	5%	WS	MDB	WS	MDB	MWS	PWD	MWS	PWD	Max.	Min.	Max.	Min.
1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	2a	2b	3a	3b	3c	4a	4b	4c	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
Zhangjiakou	544010	40.78N	114.88E	726	92.90	8293	−17.0	−15.4	7.7	6.6	5.6	7.3	−9.5	6.4	−8.9	3.1	340	2.5	140	34.8	−19.5	0.6	2.0
Zhanjiang	596580	21.22N	110.40E	28	100.99	8293	7.6	8.9	7.1	5.9	5.2	6.2	12.4	5.4	13.4	3.6	340	3.5	250	36.2	5.7	1.7	2.2
Zhengzhou	570830	34.72N	113.65E	111	100.00	8293	−7.4	−5.9	9.3	7.4	6.2	10.5	4.5	8.6	3.6	1.2	180	3.4	160	37.7	−10.6	1.4	2.3
COLOMBIA																							
Bogota	802220	4.70N	74.13W	2548	74.23	8293	2.2	3.9	9.4	8.0	6.4	10.3	17.6	8.5	17.4	0.2	320	4.5	90	28.0	−0.9	4.7	1.5
COOK ISLANDS																							
Rarotonga Island	918430	21.20S	159.82W	7	101.24	8293	16.8	17.8	11.1	9.8	8.9	11.5	21.9	10.3	22.2	0.5	150	4.9	80	31.5	14.6	1.7	1.4
CROATIA																							
Pula	132090	44.90N	13.92E	63	100.57	8293	−4.1	−2.8	11.5	9.4	7.7	11.8	1.8	9.6	3.5	3.3	20	2.8	270	33.5	−6.2	1.1	2.0
Split	133330	43.53N	16.30E	21	101.07	8293	−1.9	−0.1	10.6	8.4	7.0	10.4	4.9	8.5	6.6	3.9	340	3.7	230	34.6	−7.1	3.9	9.3
Zagreb	131310	45.73N	16.07E	107	100.05	8293	−13.2	−10.0	8.5	7.2	5.9	7.7	4.0	6.3	3.9	1.0	240	2.9	230	33.5	−16.5	3.2	4.6
CUBA																							
Guantanamo	783670	19.90N	75.15W	17	101.12	8293	19.2	20.1	10.0	8.9	7.9	9.3	29.2	8.4	29.0	3.5	360	5.2	130	37.6	16.0	2.6	4.6
CYPRUS																							
Akrotiri	176010	34.58N	32.98E	23	101.05	8293	4.6	6.0	11.1	10.0	9.0	12.9	11.4	11.5	12.3	2.3	350	4.3	260	35.2	2.4	1.7	2.4
Larnaca	176090	34.88N	33.63E	2	101.30	8293	3.0	4.6	11.9	10.2	8.9	12.5	12.2	10.8	12.2	3.2	310	5.5	200	36.9	0.8	1.2	1.9
Paphos	176000	34.72N	32.48E	8	101.23	8293	4.0	5.4	10.6	9.2	8.0	13.2	12.9	11.3	13.0	3.9	30	4.0	280	33.5	2.1	1.8	1.9
CZECH REPUBLIC																							
Brno	117230	49.15N	16.70E	246	98.40	8293	−14.4	−10.9	10.6	9.2	8.2	11.5	−1.0	9.5	−0.7	3.4	60	4.5	180	32.6	−15.8	1.6	4.0
Cheb	114060	50.08N	12.40E	471	95.79	8293	−15.6	−12.4	7.1	6.1	5.3	7.6	2.8	6.4	2.1	1.0	40	2.3	220	32.1	−17.1	2.1	3.5
Ostrava	117820	49.68N	18.12E	256	98.29	8293	−17.1	−12.9	10.1	9.1	8.3	11.5	−0.1	10.3	0.6	2.3	20	4.6	190	32.3	−19.6	1.7	5.5
Plzen	114480	49.65N	13.27E	364	97.03	8293	−16.7	−12.8	9.4	8.3	7.4	10.7	5.0	9.1	3.5	1.0	20	3.5	120	33.3	−18.2	2.2	5.1
Praded Mountain	117350	50.07N	17.23E	1492	84.64	8293	−19.0	−16.4	21.0	18.2	16.1	22.6	−6.9	19.0	−5.4	8.4	20	5.2	180	22.1	−20.2	1.7	4.3
Prague	115180	50.10N	14.28E	366	97.00	8293	−16.1	−12.4	12.4	10.4	9.0	13.9	4.0	11.9	2.3	1.9	10	3.5	160	32.8	−18.0	2.0	4.9
Pribyslav	116590	49.58N	15.77E	536	95.05	8293	−16.2	−13.0	12.8	11.2	9.8	13.3	1.1	12.1	−0.7	2.1	360	3.9	130	30.4	−18.9	2.7	4.0
DENMARK																							
Alborg	60300	57.10N	9.87E	3	101.29	8293	−13.1	−9.2	13.0	11.4	10.2	14.3	7.0	12.5	5.8	2.6	220	4.7	100	28.0	−14.1	2.2	6.9
Copenhagen	61800	55.63N	12.67E	5	101.26	8293	−11.1	−8.0	13.0	11.6	10.5	13.2	4.3	12.0	3.1	5.1	360	4.7	160	27.5	−10.3	1.8	4.5
Hammerodde	61930	55.30N	14.78E	11	101.19	8293	−6.7	−5.3	19.5	16.7	15.0	20.2	1.1	18.5	1.0	8.9	70	5.2	230	26.7	−5.6	1.9	3.3
Mon Island	61790	54.95N	12.55E	15	101.14	8293	−8.0	−5.7	19.1	15.8	14.3	20.4	2.8	18.2	1.9	6.2	320	4.0	70	25.4	−7.2	2.2	4.3
Odense	61200	55.47N	10.33E	17	101.12	8293	−10.2	−7.7	13.1	11.5	10.2	13.5	5.5	12.2	4.2	3.4	40	4.9	120	29.0	−12.6	2.3	5.3
Skagen	60410	57.77N	10.65E	7	101.24	8293	−9.3	−6.4	18.4	16.0	14.4	18.3	2.0	16.2	3.2	7.4	40	4.6	360	24.5	−8.8	1.9	4.4
Tirstrup	60700	56.30N	10.62E	25	101.03	8293	−13.0	−9.1	12.0	10.5	9.4	12.3	4.6	10.9	3.7	2.4	20	4.8	280	27.8	−14.0	1.9	6.1
ECUADOR																							
Guayaquil	842030	2.15S	79.88W	9	101.22	8293	19.7	19.9	7.3	6.5	6.0	7.7	23.2	7.1	23.1	3.6	210	3.2	40	34.9	10.5	1.3	6.3
Quito	840710	0.15S	78.48W	2812	71.80	8293	7.0	7.9	7.8	6.6	5.9	6.6	17.6	6.0	17.8	0.3	350	4.1	150	28.8	4.7	4.3	1.8
EGYPT																							
Alexandria	623180	31.20N	29.95E	7	101.24	8293	6.8	7.8	10.7	9.2	8.1	13.0	13.6	11.3	14.6	2.1	190	4.3	340	39.0	2.9	1.8	2.1
Cairo	623660	30.13N	31.40E	74	100.44	8293	7.0	8.0	9.5	8.3	7.3	10.3	14.6	8.7	16.4	2.6	210	5.6	350	42.1	3.1	1.6	2.7
Luxor	624050	25.67N	32.70E	88	100.27	8293	4.4	5.7	7.2	6.1	5.2	6.8	17.8	5.8	17.7	0.9	180	2.6	330	46.1	0.9	1.7	1.0
ESTONIA																							
Kopu/Cape Ristna	261150	58.92N	22.07E	9	101.22	8293	−15.1	−11.9	13.2	11.1	9.4	12.9	3.2	10.7	2.9	2.3	80	2.7	70	26.4	−14.1	2.3	6.7
Tallinn	260380	59.35N	24.80E	44	100.80	8293	−19.8	−16.0	9.2	8.1	7.3	9.8	0.9	8.6	0.0	2.9	140	3.6	40	28.0	−19.6	2.4	4.8
FAEROE ISLANDS																							
Torshavn	60110	62.02N	6.77W	39	100.86	8293	−3.2	−2.3	18.2	15.3	13.7	21.5	5.7	19.2	6.2	5.8	320	4.8	210	18.1	−5.4	1.9	1.4
FIJI																							
Nadi	916800	17.75S	177.45E	18	101.11	8293	16.0	17.1	8.9	7.8	7.0	8.7	25.8	7.7	26.0	1.6	120	5.8	350	34.9	13.1	2.0	3.3
Nausori	916830	18.05S	178.57E	7	101.24	8293	16.9	17.9	9.1	8.2	7.3	8.9	23.8	8.1	23.5	0.3	320	4.7	60	32.9	15.0	1.1	1.0
FINLAND																							
Helsinki	29740	60.32N	24.97E	56	100.65	8293	−23.7	−19.5	10.0	8.8	7.9	10.9	1.5	9.7	−0.1	2.4	340	4.8	210	28.4	−24.7	1.7	5.3
Jyvaskyla	29350	62.40N	25.68E	145	99.60	8293	−29.2	−24.8	8.9	7.7	6.8	10.2	−2.2	8.4	−3.4	0.7	330	3.8	180	28.5	−30.2	2.4	4.2
Kauhava	29130	63.10N	23.03E	44	100.80	8293	−29.0	−25.6	9.4	8.3	7.4	10.4	−0.5	9.3	−0.6	0.8	80	3.8	230	27.6	−29.6	1.3	4.5
Kuopio	29170	63.02N	27.80E	102	100.11	8293	−29.7	−25.6	8.4	7.4	6.7	9.3	−1.2	8.3	−2.0	0.6	140	3.3	170	27.5	−29.5	1.4	4.4
Lahti	29650	60.97N	25.63E	84	100.32	8293	−26.3	−21.9	6.3	5.4	4.8	6.9	0.8	6.0	−0.3	0.6	350	2.7	150	28.5	−28.1	1.5	4.0
Pello	28440	66.80N	24.00E	84	100.32	8293	−31.4	−29.1	6.4	5.6	5.0	6.3	−3.7	5.4	−4.4	0.4	300	3.0	340	27.6	−34.7	2.7	3.0
Pori	29520	61.47N	21.80E	17	101.12	8293	−24.3	−20.2	11.1	9.8	8.7	13.2	2.7	11.3	1.7	2.3	90	5.0	140	27.5	−24.8	1.4	4.4
Suomussalmi	28790	64.90N	29.02E	224	98.66	8293	−29.7	−27.2	7.4	6.4	5.8	7.9	−1.2	6.9	−3.0	0.5	360	3.1	270	28.2	−32.1	5.6	3.7
Tampere	29440	61.42N	23.58E	112	99.99	8293	−26.2	−22.2	8.4	7.5	6.8	9.5	1.2	8.4	0.2	0.8	10	4.0	10	28.8	−27.2	1.4	4.8
Turku	29720	60.52N	22.27E	59	100.62	8293	−23.1	−19.6	9.5	8.3	7.4	11.1	0.5	9.4	−0.1	2.7	40	4.0	230	28.4	−23.9	1.2	5.4
FRANCE																							
Bordeaux	75100	44.83N	0.70W	61	100.59	8293	−5.8	−3.0	9.9	8.3	7.1	10.6	10.3	9.0	10.4	1.6	40	3.3	80	35.9	−7.4	1.5	4.1
Clermont-Ferrand	74600	45.78N	3.17E	330	97.42	8293	−9.1	−6.8	10.7	8.9	7.5	11.4	9.4	9.7	9.2	1.4	360	3.4	20	36.2	−11.8	1.6	3.9
Dijon	72800	47.27N	5.08E	227	98.63	8293	−9.8	−6.8	10.2	8.7	7.6	11.0	7.0	9.7	6.0	3.1	20	4.6	170	33.5	−11.3	1.9	4.5
Brest	71100	48.45N	4.42W	103	100.09	8293	−2.8	−1.0	11.8	10.4	9.3	12.7	8.7	11.4	8.0	3.4	120	4.0	40	29.5	−4.4	2.2	2.4
Lyon	74810	45.73N	5.08E	240	98.47	8293	−8.5	−5.1	11.4	9.6	8.2	11.8	6.6	10.0	7.2	1.4	20	5.2	180	34.8	−9.7	1.5	4.1
Marseille	76500	43.45N	5.23E	36	100.89	8293	−3.9	−2.0	16.8	14.4	12.4	17.1	6.7	14.4	6.5	3.8	360	5.6	280	35.1	−5.6	1.8	3.1
Montpellier	76430	43.58N	3.97E	6	101.25	8293	−3.8	−1.8	12.7	11.0	9.6	12.2	9.6	10.6	10.2	3.3	340	5.6	180	35.7	−5.9	1.4	3.0

WMO# = World Meteorological Organization number
Elev. = elevation, m
PWD = prevailing wind direction, ° True
DB = dry-bulb temperature, °C
Lat. = latitude °
Long. = longitude °
StdP = standard pressure at station elevation, kPa
WS = wind speed, m/s

APÉNDICE H

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SHADOW DX ESAB



Data and facts.

The components of your success.

Plasma can handle any cutting task with these gases:

Ar/H_2	Argon/hydrogen
CH_4	Methane
Ar	Argon
N_2	Nitrogen
Air	Compressed air
O_2	Oxygen

SHADOW® DX Technical Data

Track width in inches	78.74 | 98.43 | 118.11 | 137.80 | 157.48
Cutting width[1] in inches	59.06 | 78.74 | 98.43 | 118.11 | 137.80
Machine width in inches	134.84 | 154.53 | 174.21 | 193.90 | 213.58
Cutting length[2]	max. 59 ft. (18 m)
Cutting processes	plasma, oxy-fuel
Plasma technology[3]	
Cutting thickness	max. 2.5 inch (depending on plasma unit)
Number of torches	1 plasma torch
Oxy-fuel technology[4]	
Cutting thickness	max. 8 inch edge cutting
Hole piercing	max. 6 inch (with one oxy-fuel torch)
Number of torches	1 – 4 oxy-fuel torches
Fuel gases	acetylene, propane, natural gas, mixed fuel gases
Machine speed	1,000 inch/min
Machine length	66 inches
Machine height	76 inches (including track height of 18.5 inches)
Workpiece table height	27 inches
Supply voltage	230 VAC 50/60 Hz
Full load amperage	10 Amps

Typical SHADOW® DX system layout:

1 VISION® 51 controller
2 Gas & utility supplies
3 Plasma power source
4 Water cooler
5 Dust collector with blower
6 1 plasma torch
7 3 oxy-fuel torches
8 Plasma control
9 Down draft table

Note

Depending on the plasma unit, the system can automatically cut and mark with the same consumables.

Example of torch use:
- max. 1 plasma torch / 3 oxy-fuel torches
- max. 0 plasma torches / 4 oxy-fuel torches

---

[1] For 1 torch with oxy-fuel or plasma.

[2] At a track length of max. 20 m (65.6')

[3] Maximum of 1 plasma torch.

[4] Number of oxy-fuel torches depends on the use of a plasma torch. If no plasma torch is installed, up to 4 oxy-fuel torches can be used.

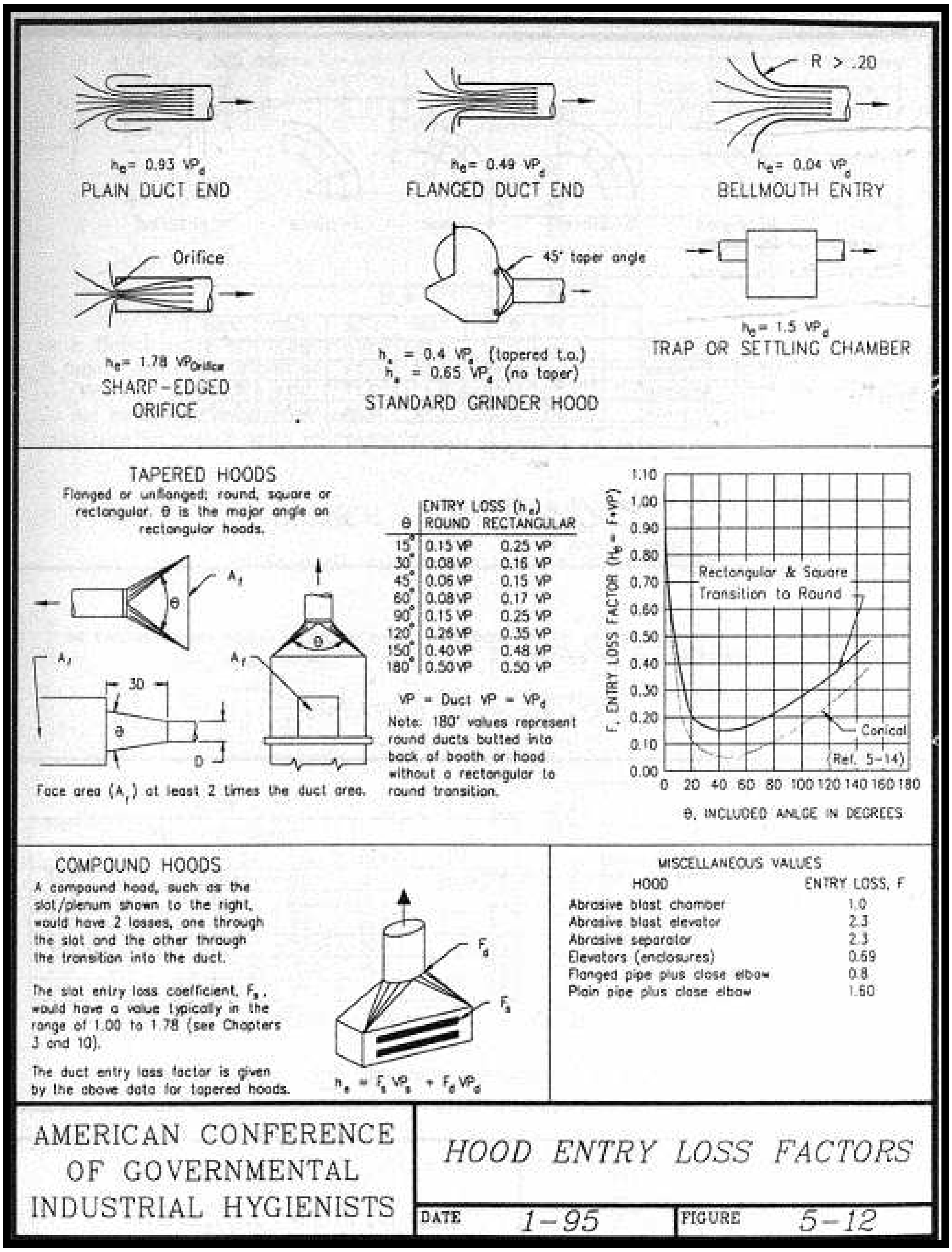
Subject to technical modifications and enhancements. Products may vary from those pictured.

APÉNDICE I

TABLAS Y FIGURAS PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN LOS DUCTOS Y ACCESORIOS

- ☞ Factores para el cálculo de Campanas. Figura 5-12. **[14]**
- ☞ Factores para pérdidas de codos. Figuras 5-13, 6-12, MS-8. **[14]**
- ☞ Factores de pérdidas por entradas. Figuras 6-13. **[14]**
- ☞ Dimensiones para construcción de Accesorios. **[19]**
- ☞ Factores de pérdidas en ductos. **[14]**
- ☞ Factores para el cálculo del espesor mínimo requerido. **[18]**

FACTORES PARA CÁLCULO DE CAMPANAS [14]


$h_e = 0.93\ VP_d$
PLAIN DUCT END
$h_e = 0.49\ VP_d$
FLANGED DUCT END
R > .20
$h_e = 0.04\ VP_d$
BELLMOUTH ENTRY
Orifice
$h_e = 1.78\ VP_{Orifice}$
SHARP-EDGED ORIFICE
45° taper angle
$h_e = 0.4\ VP_d$ (tapered t.o.)
$h_e = 0.65\ VP_d$ (no taper)
STANDARD GRINDER HOOD
$h_e = 1.5\ VP_d$
TRAP OR SETTLING CHAMBER
A_f
θ
3D
D
1.10
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
F, ENTRY LOSS FACTOR ($H_e = F \cdot VP$)
Rectangular & Square Transition to Round
Conical
(Ref. 5-14)
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180
θ, INCLUDED ANLGE IN DEGREES
F_d
F_s

TAPERED HOODS

Flanged or unflanged; round, square or rectangular. θ is the major angle on rectangular hoods.

θ	ENTRY LOSS (h_e) ROUND	RECTANGULAR
15°	0.15 VP	0.25 VP
30°	0.08 VP	0.16 VP
45°	0.06 VP	0.15 VP
60°	0.08 VP	0.17 VP
90°	0.15 VP	0.25 VP
120°	0.26 VP	0.35 VP
150°	0.40 VP	0.48 VP
180°	0.50 VP	0.50 VP

VP = Duct VP = VP_d

Note: 180° values represent round ducts butted into back of booth or hood without a rectangular to round transition.

Face area (A_f) at least 2 times the duct area.

COMPOUND HOODS

A compound hood, such as the slot/plenum shown to the right, would have 2 losses, one through the slot and the other through the transition into the duct.

The slot entry loss coefficient, F_s, would have a value typically in the range of 1.00 to 1.78 (see Chapters 3 and 10).

The duct entry loss factor is given by the above data for tapered hoods.

$h_e = F_s VP_s + F_d VP_d$

MISCELLANEOUS VALUES

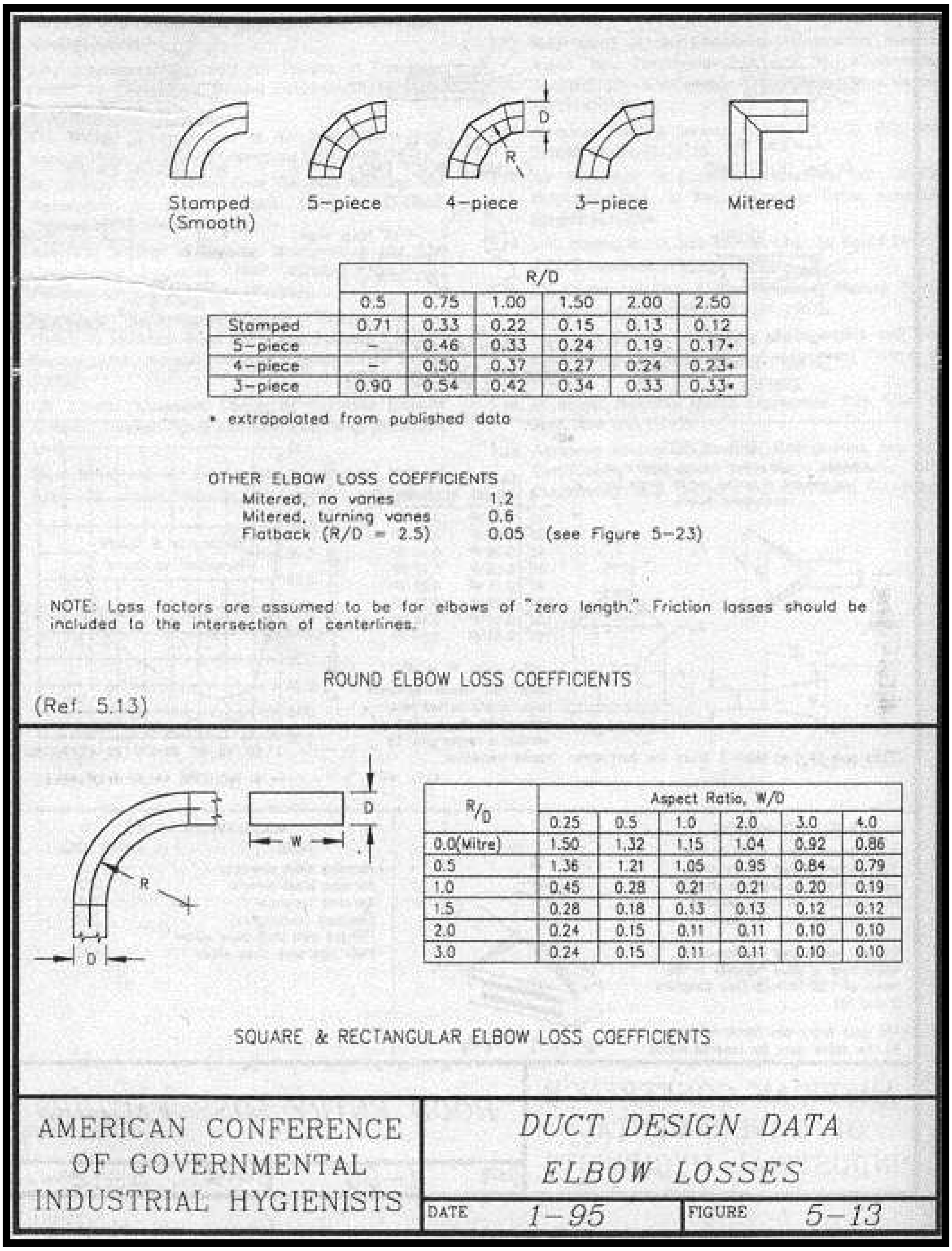
HOOD	ENTRY LOSS, F
Abrasive blast chamber	1.0
Abrasive blast elevator	2.3
Abrasive separator	2.3
Elevators (enclosures)	0.69
Flanged pipe plus close elbow	0.8
Plain pipe plus close elbow	1.60

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

HOOD ENTRY LOSS FACTORS

DATE *1-95* FIGURE *5-12*

FACTORES PARA PÉRDIDAS DE CODOS [14]


D
R
Stamped (Smooth)
5-piece
4-piece
3-piece
Mitered

	R/D					
	0.5	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
Stamped	0.71	0.33	0.22	0.15	0.13	0.12
5-piece	–	0.46	0.33	0.24	0.19	0.17*
4-piece	–	0.50	0.37	0.27	0.24	0.23*
3-piece	0.90	0.54	0.42	0.34	0.33	0.33*

* extrapolated from published data

OTHER ELBOW LOSS COEFFICIENTS

Mitered, no vanes	1.2	
Mitered, turning vanes	0.6	
Flatback (R/D = 2.5)	0.05	(see Figure 5-23)

NOTE: Loss factors are assumed to be for elbows of "zero length." Friction losses should be included to the intersection of centerlines.

ROUND ELBOW LOSS COEFFICIENTS

(Ref. 5.13)

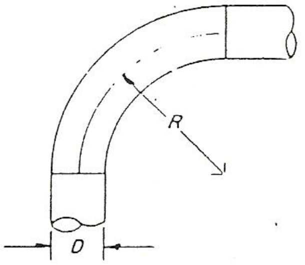
R/D	Aspect Ratio, W/D					
	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
0.0(Mitre)	1.50	1.32	1.15	1.04	0.92	0.86
0.5	1.36	1.21	1.05	0.95	0.84	0.79
1.0	0.45	0.28	0.21	0.21	0.20	0.19
1.5	0.28	0.18	0.13	0.13	0.12	0.12
2.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10
3.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10

SQUARE & RECTANGULAR ELBOW LOSS COEFFICIENTS

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

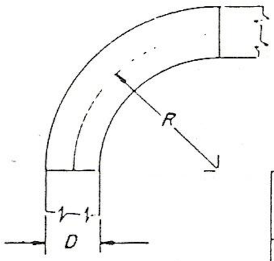
DUCT DESIGN DATA
ELBOW LOSSES

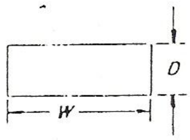
DATE 1-95
FIGURE 5-13



R, No. of Diameters	Loss Fraction of VP
2.75 D	0.26
2.50 D	0.22
2.25 D	0.26
2.00 D	0.27
1.75 D	0.32
1.50 D	0.39
1.25 D	0.55

ROUND ELBOWS





$\frac{R}{D}$	Loss, Fraction of VP					
	Aspect Ratio, W/D					
	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
0.0 (Mitre)	1.50	1.32	1.15	1.04	0.92	0.86
0.5	1.36	1.21	1.05	0.95	0.84	0.79
1.0	0.45	0.28	0.21	0.21	0.20	0.19
1.5	0.28	0.18	0.13	0.13	0.12	0.12
2.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10
3.0	0.24	0.15	0.11	0.11	0.10	0.10

SQUARE & RECTANGULAR ELBOWS

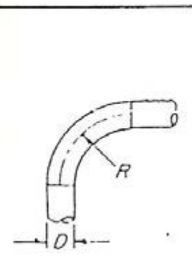
ELBOW LOSSES

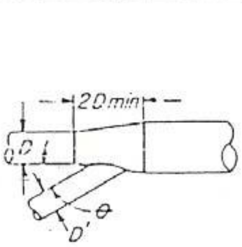
AMERICAN CONFERENCE OF
GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

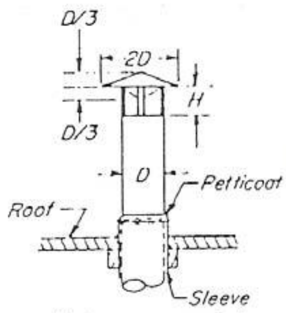
DUCTWORK DESIGN DATA

DATE 1-66 | Fig. 6-12

EQUIVALENT RESISTANCE IN METERS OF STRAIGHT PIPE







Not recommended

Pipe in mm	90° Elbow Centerline Radius *			Angle of Entry		H, No of Diameters		
	1.5D	2.0D	2.5D	30°	45°	1.0H	0.75H	0.5H
75	1.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.3	0.5	2.0
100	2.0	1.3	1.1	0.8	1.3	0.5	0.8	3.4
125	2.6	1.7	1.4	1.1	1.7	0.6	1.1	4.4
150	3.2	2.2	1.8	1.4	2.2	0.8	1.4	5.5
175	3.9	2.6	2.2	1.7	2.6	0.9	1.7	6.6
200	4.6	3.1	2.5	2.0	3.1	1.1	2.0	7.8
250	6.0	4.0	3.3	2.6	4.0	1.4	2.6	10
300	7.4	5.0	4.1	3.2	5.0	1.8	3.2	13
350	8.9	6.0	5.0	3.8	6.0	2.1	3.8	15
400	10	7.0	5.8	4.5	7.0	2.5	4.5	18
450	12	8.1	6.7	5.2	8.1	2.8	5.2	21
500	14	9.2	7.6	5.9	9.2	3.2	5.9	23
600	17	11	9.5	7.3	11	4.0	7.3	29
700	21	14	11	8.8	14	4.8	8.8	35
800	24	16	13	10	16	5.7	10	41
900	28	19	15					
1000	32	21	18					
1200	39	26	22					
1400	47	32	26					
1600	55	37	31					
1800	64	43	36					
2000	72	49	40					

*For 60° elbows — x.67
For 45° elbows — x.5

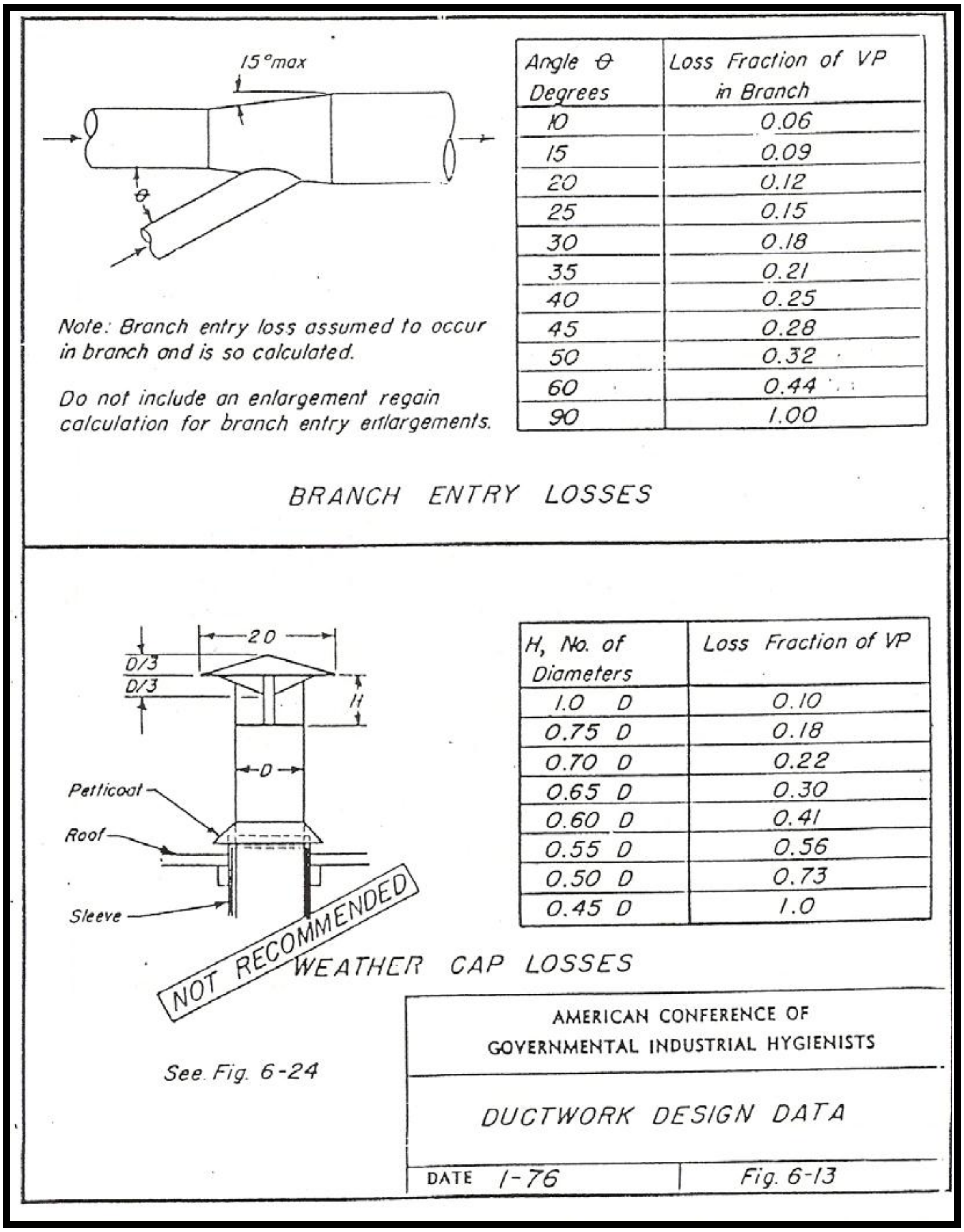
AMERICAN CONFERENCE OF
GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

DUCT DESIGN DATA

DATE 1-70

Fig. MS 8

FACTORES DE PÉRDIDAS POR ENTRADAS [14]



Angle θ Degrees	Loss Fraction of VP in Branch
10	0.06
15	0.09
20	0.12
25	0.15
30	0.18
35	0.21
40	0.25
45	0.28
50	0.32
60	0.44
90	1.00

Note: Branch entry loss assumed to occur in branch and is so calculated.

Do not include an enlargement regain calculation for branch entry enlargements.

BRANCH ENTRY LOSSES

H, No. of Diameters	Loss Fraction of VP
1.0 D	0.10
0.75 D	0.18
0.70 D	0.22
0.65 D	0.30
0.60 D	0.41
0.55 D	0.56
0.50 D	0.73
0.45 D	1.0

WEATHER CAP LOSSES

See Fig. 6-24

AMERICAN CONFERENCE OF
GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS

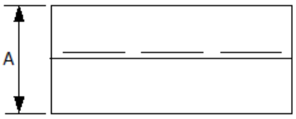
DUCTWORK DESIGN DATA

DATE 1-76 | Fig. 6-13

DIMENSIONES PARA CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS [19]

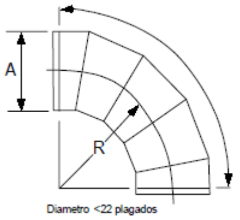
CONDUCTO DE COSTURA LONGITUDINAL

(costura longitudinal totalmente soldada)



DIMENSIONES:
8-plagado mínimo
90-plagado máximo

CODO ARMADO

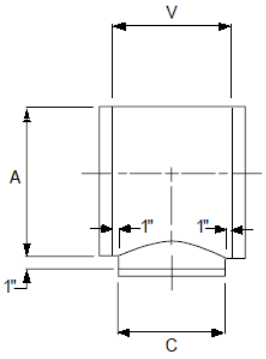

A
R
Diametro <22 plagados

DIMENSIONES:
R = 1.5A

Donde:

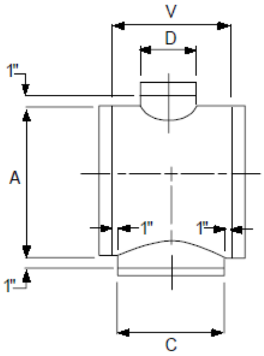
	Numero de secciones
0 - 35	2
36 - 71	3
72 - 90	5

TE RECTA



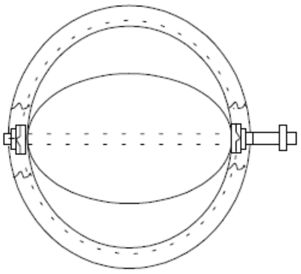
DIMENSIONES:
V = C + 2
máximo C = A

CRUZ RECTA DE 90°

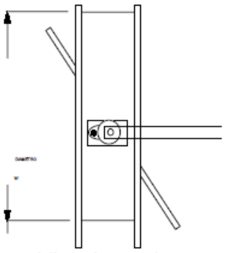


DIMENSIONES:
V = C + 2
máximo C o D = A

Compuertas

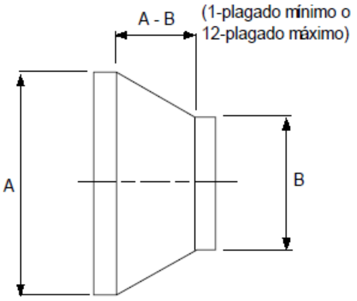


Vista Fronta

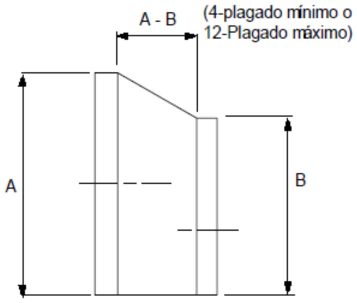


Vista Lateral

REDUCTOR CONCÉNTRICO


A - B
(1-plagado mínimo o
12-plagado máximo)
A
B

REDUCTOR EXCÉNTRICO


A - B
(4-plagado mínimo o
12-Plagado máximo)
A
B

FACTORES DE PÉRDIDAS EN DUCTOS [14]

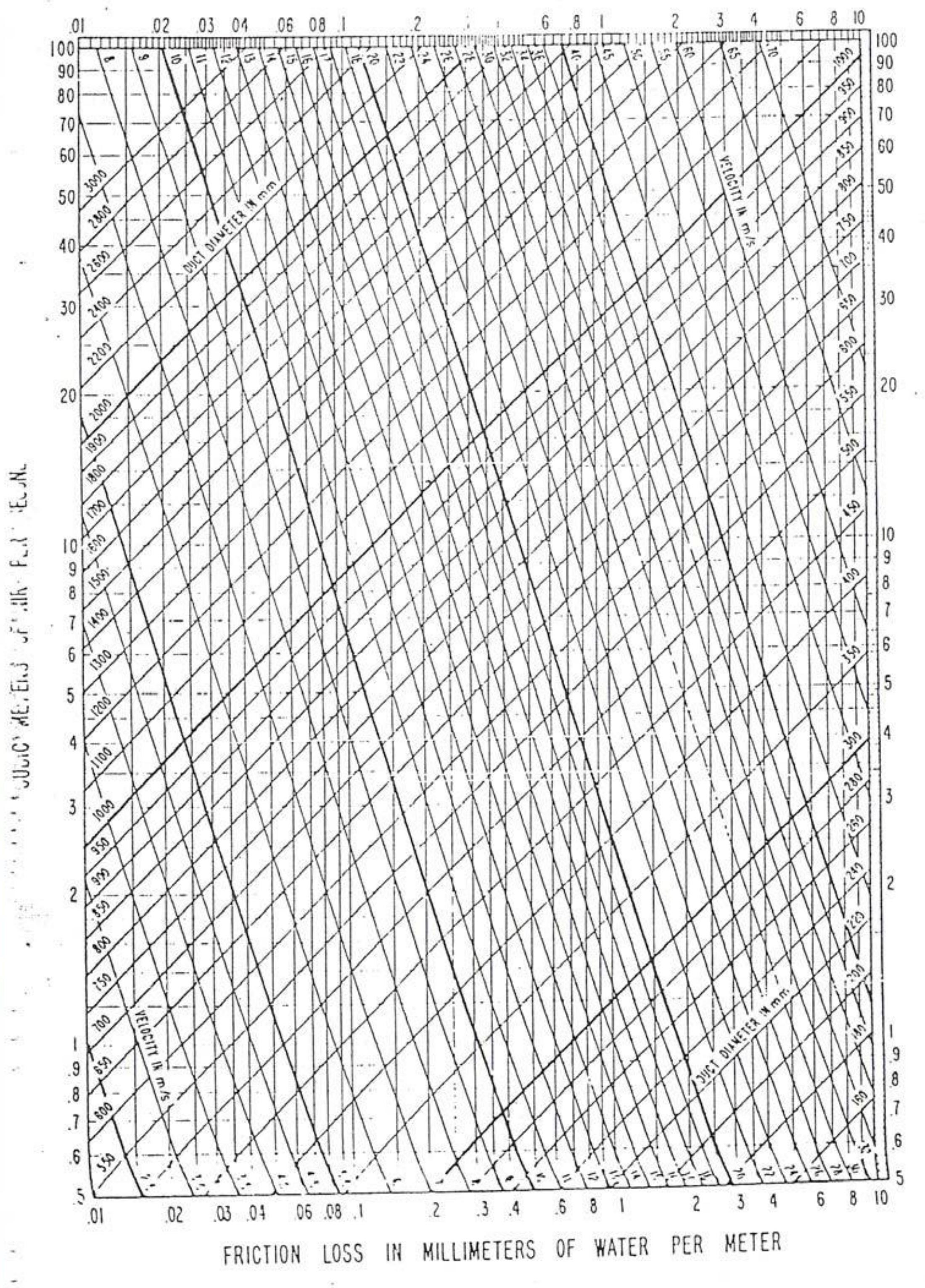


Fig. MS 5

FACTORES PARA CÁLCULO DEL ESPESOR MÍNIMO REQUERIDO [18]

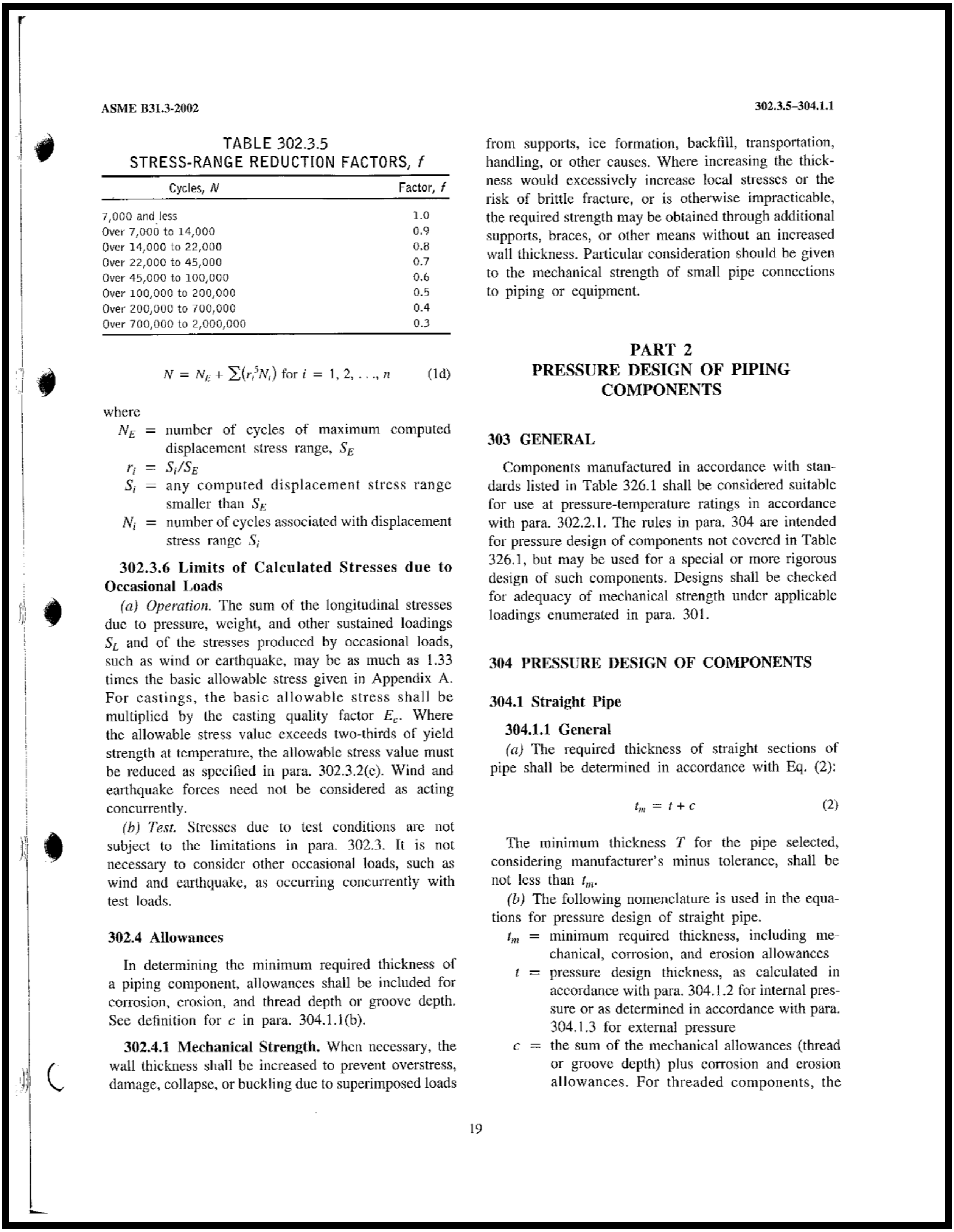


TABLE 302.3.5
STRESS-RANGE REDUCTION FACTORS, f

Cycles, N	Factor, f
7,000 and less	1.0
Over 7,000 to 14,000	0.9
Over 14,000 to 22,000	0.8
Over 22,000 to 45,000	0.7
Over 45,000 to 100,000	0.6
Over 100,000 to 200,000	0.5
Over 200,000 to 700,000	0.4
Over 700,000 to 2,000,000	0.3

$$N = N_E + \sum(r_i^5 N_i) \text{ for } i = 1, 2, \ldots, n \qquad \text{(1d)}$$

where

N_E = number of cycles of maximum computed displacement stress range, S_E
r_i = S_i/S_E
S_i = any computed displacement stress range smaller than S_E
N_i = number of cycles associated with displacement stress range S_i

302.3.6 Limits of Calculated Stresses due to Occasional Loads

(a) Operation. The sum of the longitudinal stresses due to pressure, weight, and other sustained loadings S_L and of the stresses produced by occasional loads, such as wind or earthquake, may be as much as 1.33 times the basic allowable stress given in Appendix A. For castings, the basic allowable stress shall be multiplied by the casting quality factor E_c. Where the allowable stress value exceeds two-thirds of yield strength at temperature, the allowable stress value must be reduced as specified in para. 302.3.2(e). Wind and earthquake forces need not be considered as acting concurrently.

(b) Test. Stresses due to test conditions are not subject to the limitations in para. 302.3. It is not necessary to consider other occasional loads, such as wind and earthquake, as occurring concurrently with test loads.

302.4 Allowances

In determining the minimum required thickness of a piping component, allowances shall be included for corrosion, erosion, and thread depth or groove depth. See definition for c in para. 304.1.1(b).

302.4.1 Mechanical Strength. When necessary, the wall thickness shall be increased to prevent overstress, damage, collapse, or buckling due to superimposed loads from supports, ice formation, backfill, transportation, handling, or other causes. Where increasing the thickness would excessively increase local stresses or the risk of brittle fracture, or is otherwise impracticable, the required strength may be obtained through additional supports, braces, or other means without an increased wall thickness. Particular consideration should be given to the mechanical strength of small pipe connections to piping or equipment.

PART 2
PRESSURE DESIGN OF PIPING COMPONENTS

303 GENERAL

Components manufactured in accordance with standards listed in Table 326.1 shall be considered suitable for use at pressure-temperature ratings in accordance with para. 302.2.1. The rules in para. 304 are intended for pressure design of components not covered in Table 326.1, but may be used for a special or more rigorous design of such components. Designs shall be checked for adequacy of mechanical strength under applicable loadings enumerated in para. 301.

304 PRESSURE DESIGN OF COMPONENTS

304.1 Straight Pipe

304.1.1 General

(a) The required thickness of straight sections of pipe shall be determined in accordance with Eq. (2):

$$t_m = t + c \qquad (2)$$

The minimum thickness T for the pipe selected, considering manufacturer's minus tolerance, shall be not less than t_m.

(b) The following nomenclature is used in the equations for pressure design of straight pipe.

t_m = minimum required thickness, including mechanical, corrosion, and erosion allowances
t = pressure design thickness, as calculated in accordance with para. 304.1.2 for internal pressure or as determined in accordance with para. 304.1.3 for external pressure
c = the sum of the mechanical allowances (thread or groove depth) plus corrosion and erosion allowances. For threaded components, the

TABLE 304.1.1
VALUES OF COEFFICIENT Y FOR $t < D/6$

	Temperature, °C (°F)					
Materials	≤ 482 (900 & Lower)	510 (950)	538 (1000)	566 (1050)	593 (1100)	≥ 621 (1150 & Up)
Ferritic steels	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenitic steels	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Other ductile metals	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cast iron	0.0	...	...	...	...	...

nominal thread depth (dimension h of ASME B1.20.1, or equivalent) shall apply. For machined surfaces or grooves where the tolerance is not specified, the tolerance shall be assumed to be 0.5 mm (0.02 in.) in addition to the specified depth of the cut.

T = pipe wall thickness (measured or minimum per purchase specification)
d = inside diameter of pipe. For pressure design calculation, the inside diameter of the pipe is the maximum value allowable under the purchase specification.
P = internal design gage pressure
D = outside diameter of pipe as listed in tables of standards or specifications or as measured
E = quality factor from Table A-1A or A-1B
S = stress value for material from Table A-1
Y = coefficient from Table 304.1.1, valid for $t < D/6$ and for materials shown. The value of Y may be interpolated for intermediate temperatures.
For $t \geq D/6$,

$$Y = \frac{d + 2c}{D + d + 2c}$$

304.1.2 Straight Pipe Under Internal Pressure

(a) For $t < D/6$, the internal pressure design thickness for straight pipe shall be not less than that calculated in accordance with either Eq. (3a) or Eq. (3b):

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)} \tag{3a}$$

$$t = \frac{P(d + 2c)}{2[SE - P(1 - Y)]} \tag{3b}$$

(b) For t $\geq D/6$ or for $P/SE > 0.385$, calculation of pressure design thickness for straight pipe requires special consideration of factors such as theory of failure, effects of fatigue, and thermal stress.

304.1.3 Straight Pipe Under External Pressure. To determine wall thickness and stiffening requirements for straight pipe under external pressure, the procedure outlined in the BPV Code, Section VIII, Division 1, UG-28 through UG-30 shall be followed, using as the design length L the running center line length between any two sections stiffened in accordance with UG-29. As an exception, for pipe with $D_o/t < 10$, the value of S to be used in determining P_{a2} shall be the lesser of the following values for pipe material at design temperature:

(a) 1.5 times the stress value from Table A-1 of this Code; or

(b) 0.9 times the yield strength tabulated in Section II, Part D, Table Y-1 for materials listed therein.

(The symbol D_o in Section VIII is equivalent to D in this Code.)

304.2 Curved and Mitered Segments of Pipe

304.2.1 Pipe Bends. The minimum required thickness t_m of a bend, after bending, in its finished form, shall be determined in accordance with Eq. (2) and Eq. (3c):

$$t = \frac{PD}{2[(SE/I) + PY]} \tag{3c}$$

where at the intrados (inside bend radius)

$$I = \frac{4(R_1/D) - 1}{4(R_1/D) - 2} \tag{3d}$$

and at the extrados (outside bend radius)

$$I = \frac{4(R_1/D) + 1}{4(R_1/D) + 2} \tag{3e}$$

and at the sidewall on the bend centerline radius, $I = 1.0$.

R_1 = bend radius of welding elbow or pipe bend

Thickness variations from the intrados to the extrados and along the length of the bend shall be gradual. The

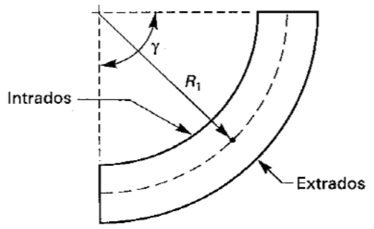


FIG. 304.2.1 NOMENCLATURE FOR PIPE BENDS

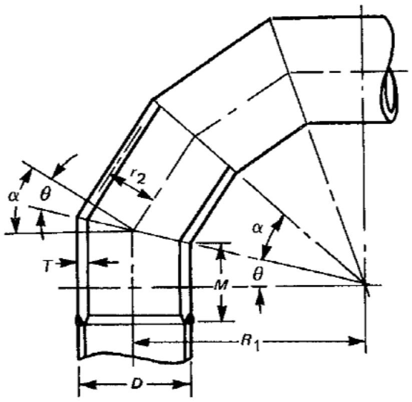


FIG. 304.2.3 NOMENCLATURE FOR MITER BENDS

thickness requirements apply at the mid-span of the bend, $\gamma/2$, at the intrados, extrados, and bend centerline radius. The minimum thickness at the end tangents shall not be less than the requirements of para. 304.1 for straight pipe (see Fig. 304.2.1).

304.2.2 Elbows. Manufactured elbows not in accordance with para. 303 shall be qualified as required by para. 304.7.2 or designed in accordance with para. 304.2.1.

304.2.3 Miter Bends. An angular offset of 3 deg or less (angle α in Fig. 304.2.3) does not require design consideration as a miter bend. Acceptable methods for pressure design of multiple and single miter bends are given in (a) and (b) below.

(a) Multiple Miter Bends. The maximum allowable internal pressure shall be the lesser value calculated from Eqs. (4a) and (4b). These equations are not applicable when θ exceeds 22.5 deg.

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2}\left(\frac{T-c}{(T-c) + 0.643\tan\theta\sqrt{r_2(T-c)}}\right) \qquad (4a)$$

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2}\left(\frac{R_1 - r_2}{R_1 - 0.5r_2}\right) \qquad (4b)$$

(b) Single Miter Bends

(1) The maximum allowable internal pressure for a single miter bend with angle θ not greater than 22.5 deg shall be calculated by Eq. (4a).

(2) The maximum allowable internal pressure for a single miter bend with angle θ greater than 22.5 deg shall be calculated by Eq. (4c):

$$P_m = \frac{SE(T-c)}{r_2}\left(\frac{T-c}{(T-c) + 1.25\tan\theta\sqrt{r_2(T-c)}}\right) \qquad (4c)$$

(c) The miter pipe wall thickness T used in Eqs. (4a), (4b), and (4c) shall extend a distance not less than M from the inside crotch of the end miter welds where

M = the larger of $2.5(r_2T)^{0.5}$ or $\tan\theta\ (R_1 - r_2)$

The length of taper at the end of the miter pipe may be included in the distance M.

(d) The following nomenclature is used in Eqs. (4a), (4b), and (4c) for the pressure design of miter bends:

c = same as defined in para. 304.1.1
E = same as defined in para. 304.1.1
P_m = maximum allowable internal pressure for miter bends
r_2 = mean radius of pipe using nominal wall $\overline{T}$
R_1 = effective radius of miter bend, defined as the shortest distance from the pipe center line to the intersection of the planes of adjacent miter joints
S = same as defined in para. 304.1.1
T = miter pipe wall thickness (measured or minimum per purchase specification)
θ = angle of miter cut
α = angle of change in direction at miter joint $= 2\theta$

For compliance with this Code, the value of R_1 shall be not less than that given by Eq. (5):

TABLE A-1 (CONT'D)
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS[1]

Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Material	Spec. No.	P-No. or S-No. (5)	Grade	Notes	Min. Temp., °F (6)	Specified Min. Strength, ksi Tensile	Specified Min. Strength, ksi Yield	Min. Temp. to 100	200	300
Carbon Steel (Cont'd) **Plates and Sheets**										
...	A 285	1	A	(57)(59)	B	45	24	15.0	14.6	14.2
...	A 285	1	B	(57)(59)	B	50	27	16.7	16.4	16.0
...	A 516	1	55	(57)	C	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 285	1	C	(57)(59)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A 516	1	60	(57)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
...	A 515	1	60	(57)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
...	A 516	1	65	(57)	B	65	35	21.7	21.3	20.7
...	A 515	1	65	(57)	A	65	35	21.7	21.3	20.7
...	A 516	1	70	(57)	B	70	38	23.3	23.1	22.5
...	A 515	1	70	(57)	A	70	38	23.3	23.1	22.5
(≤ 2½ in. thick)	A 537	1	Cl. 1	...	D	70	50	23.3	23.3	22.9
(> 1 in. thick)	A 299	1	...	(57)	A	75	40	25.0	24.4	23.7
(≤ 1 in. thick)	A 299	1	...	(57)	A	75	42	25.0	25.0	24.8
Plates and Sheets (Structural)										
...	A 283	1	A	(8c)(57)	A	45	24	13.8	13.2	12.5
...	A 570	S-1	30	(8c)(57)	A	49	30	15.0	15.0	15.0
...	A 283	1	B	(8c)(57)	A	50	27	15.3	14.6	14.0
...	A 570	S-1	33	(8c)(57)	A	52	33	15.9	15.9	15.9
...	A 570	S-1	36	(8c)(57)	A	53	36	16.3	16.3	16.3
...	A 283	1	C	(8c)(57)	A	55	30	16.9	16.1	15.3
...	A 570	S-1	40	(8c)(57)	A	55	40	16.9	16.9	16.9
...	A 36	1	...	(8c)	A	58	36	17.8	16.9	16.9
...	A 283	1	D	(8c)(57)	A	60	33	18.4	17.5	16.7
...	A 570	S-1	45	(8c)(57)	A	60	45	18.4	18.4	18.4
...	A 570	S-1	50	(8c)(57)	A	65	50	19.9	19.9	19.9

TABLE A-1A
BASIC CASTING QUALITY FACTORS E_c

These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.3(b). See also para. 302.3.3(c) and Table 302.3.3C for increased quality factors applicable in special cases. Specifications are ASTM.

Spec. No.	Description	E_c (2)	Appendix A Notes
Iron			
A 47	Malleable iron castings	1.00	(9)
A 48	Gray iron castings	1.00	(9)
A 126	Gray iron castings	1.00	(9)
A 197	Cupola malleable iron castings	1.00	(9)
A 278	Gray iron castings	1.00	(9)
A 395	Ductile and ferritic ductile iron castings	0.80	(9)(40)
A 571	Austenitic ductile iron castings	0.80	(9)(40)
Carbon Steel			
A 216	Carbon steel castings	0.80	(9)(40)
A 352	Ferritic steel castings	0.80	(9)(40)
Low and Intermediate Alloy Steel			
A 217	Martensitic stainless and alloy castings	0.80	(9)(40)
A 352	Ferritic steel castings	0.80	(9)(40)
A 426	Centrifugally cast pipe	1.00	(10)
Stainless Steel			
A 351	Austenitic steel castings	0.80	(9)(40)
A 451	Centrifugally cast pipe	0.90	(10)(40)
A 487	Steel castings	0.80	(9)(40)
Copper and Copper Alloy			
B 61	Steam bronze castings	0.80	(9)(40)
B 62	Composition bronze castings	0.80	(9)(40)
B 148	Al-Bronze and Si-Al-Bronze castings	0.80	(9)(40)
B 584	Copper alloy castings	0.80	(9)(40)
Nickel and Nickel Alloy			
A 494	Nickel and nickel alloy castings	0.80	(9)(40)
Aluminum Alloy			
B 26, Temper F	Aluminum alloy castings	1.00	(9)(10)
B 26, Temper T6, T71	Aluminum alloy castings	0.80	(9)(40)

TABLE A-1B

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E_j

These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A Notes
Carbon Steel				
API 5L	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
	. . .	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .
	. . .	Electric fusion welded pipe, double butt, straight or spiral seam	0.95	. . .
	. . .	Furnace butt welded	0.60	. . .
A 53	Type S	Seamless pipe	1.00	. . .
	Type E	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .
	Type F	Furnace butt welded pipe	0.60	. . .
A 105	. . .	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 106	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
A 134	. . .	Electric fusion welded pipe, single butt, straight or spiral seam	0.80	. . .
A 135	. . .	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .
A 139	. . .	Electric fusion welded pipe, straight or spiral seam	0.80	. . .
A 179	. . .	Seamless tube	1.00	. . .
A 181	. . .	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 234	. . .	Seamless and welded fittings	1.00	(16)
A 333	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
	. . .	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .
A 334	. . .	Seamless tube	1.00	. . .
A 350	. . .	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 369	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
A 381	. . .	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	(18)
	. . .	Electric fusion welded pipe, spot radiographed	0.90	(19)
	. . .	Electric fusion welded pipe, as manufactured	0.85	. . .
A 420	. . .	Welded fittings, 100% radiographed	1.00	(16)
A 524	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
A 587	. . .	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	. . .
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	. . .
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	. . .
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	. . .
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	. . .
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	. . .
Low and Intermediate Alloy Steel				
A 182	. . .	Forgings and fittings	1.00	(9)
A 234	. . .	Seamless and welded fittings	1.00	(16)
A 333	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
	. . .	Electric resistance welded pipe	0.85	. . .

(continued)

TABLE A-1B (CONT'D)
BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E_j

These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A Notes
Low and Intermediate Alloy Steel (Cont'd)				
A 334	...	Seamless tube	1.00	...
A 335	...	Seamless pipe	1.00	...
A 350	...	Forgings and fittings	1.00	...
A 369	...	Seamless pipe	1.00	...
A 420	...	Welded fittings, 100% radiographed	1.00	(16)
A 671	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Electric fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
Stainless Steel				
A 182	...	Forgings and fittings	1.00	...
A 268	...	Seamless tube	1.00	...
	...	Electric fusion welded tube, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded tube, single butt seam	0.80	...
A 269	...	Seamless tube	1.00	...
	...	Electric fusion welded tube, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded tube, single butt seam	0.80	...
A 312	...	Seamless tube	1.00	...
	...	Electric fusion welded tube, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded tube, single butt seam	0.80	...
A 358	1, 3, 4	El[illegible] fusion welded pipe, 100% radiographed	1.00	...
	5	Ele[illegible] fusion welded pipe, spot radiographed	0.90	...
	2	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
A 376	...	Seamless pipe	1.00	...
A 403	...	Seamless fittings	1.00	...
	...	Welded fitting, 100% radiographed	1.00	(16)
	...	Welded fitting, double butt seam	0.85	...
	...	Welded fitting, single butt seam	0.80	...
A 409	...	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, single butt seam	0.80	...
A 487	...	Steel castings	0.80	(9)(40)
A 789	...	Seamless tube	1.00	...
	...	Electric fusion welded, 100% radiographed	1.00	...
	...	Electric fusion welded, double butt	0.85	...
	...	Electric fusion welded, single butt	0.80	...
A 790	...	Seamless pipe	1.00	...
	...	Electric fusion welded, 100% radiographed	1.00	...
	...	Electric fusion welded, double butt	0.85	...
	...	Electric fusion welded, single butt	0.80	...

(continued)

TABLE A-1B (CONT'D)

BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E_j

These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A Notes
Stainless Steel (Cont'd)				
A 815	...	Seamless fittings	1.00	...
	...	Welded fittings, 100% radiographed	1.00	(16)
	...	Welded fittings, double butt seam	0.85	...
	...	Welded fittings, single butt seam	0.80	...
Copper and Copper Alloy				
B 42	...	Seamless pipe	1.00	...
B 43	...	Seamless pipe	1.00	...
B 68	...	Seamless tube	1.00	...
B 75	...	Seamless tube	1.00	...
B 88	...	Seamless water tube	1.00	...
B 280	...	Seamless tube	1.00	...
B 466	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 467	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, single butt seam	0.80	...
Nickel and Nickel Alloy				
B 160	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
B 161	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 164	...	Forgings and fittings	1.00	(9)
B 165	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 167	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 366	...	Seamless and welded fittings	1.00	(16)
B 407	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 444	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 464	...	Welded pipe	0.80	...
B 514	...	Welded pipe	0.80	...
B 517	...	Welded pipe	0.80	...
B 564	...	Nickel alloy forgings	1.00	(9)
B 619	...	Electric resistance welded pipe	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, single butt seam	0.80	...
B 622	...	Seamless pipe and tube	1.00	...
B 675	All	Welded pipe	0.80	...
B 690	...	Seamless pipe	1.00	...
B 705	...	Welded pipe	0.80	...
B 725	...	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	...
	...	Electric fusion welded pipe, single butt seam	0.80	...
B 729	...	Seamless pipe and tube	1.00	...

(continued)

TABLE A-1B (CONT'D)
BASIC QUALITY FACTORS FOR LONGITUDINAL WELD JOINTS IN PIPES, TUBES, AND FITTINGS E_j

These quality factors are determined in accordance with para. 302.3.4(a). See also para. 302.3.4(b) and Table 302.3.4 for increased quality factors applicable in special cases. Specifications, except API, are ASTM.

Spec. No.	Class (or Type)	Description	E_j (2)	Appendix A Notes
Nickel and Nickel Alloy (Cont'd)				
B 804	1, 3, 5	Welded pipe, 100% radiographed	1.00	. . .
	2, 4	Welded pipe, double fusion welded	0.85	. . .
	6	Welded pipe, single fusion welded	0.80	. . .
Titanium and Titanium Alloy				
B 337	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
	. . .	Electric fusion welded pipe, double butt seam	0.85	. . .
Zirconium and Zirconium Alloy				
B 523	. . .	Seamless tube	1.00	. . .
	. . .	Electric fusion welded tube	0.80	. . .
B 658	. . .	Seamless pipe	1.00	. . .
	. . .	Electric fusion welded pipe	0.80	. . .
Aluminum Alloy				
B 210	. . .	Seamless tube	1.00	. . .
B 241	. . .	Seamless pipe and tube	1.00	. . .
B 247	. . .	Forgings and fittings	1.00	(9)
B 345	. . .	Seamless pipe and tube	1.00	. . .
B 361	. . .	Seamless fittings	1.00	. . .
	. . .	Welded fittings, 100% radiograph	1.00	(18)(23)
	. . .	Welded fittings, double butt	0.85	(23)
	. . .	Welded fittings, single butt	0.80	(23)
B 547	. . .	Welded pipe and tube, 100% radiograph	1.00	
	. . .	Welded pipe, double butt seam	0.85	
	. . .	Welded pipe, single butt seam	0.80	

APÉNDICE J

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISTINTOS FILTROS DE MANGAS [5]

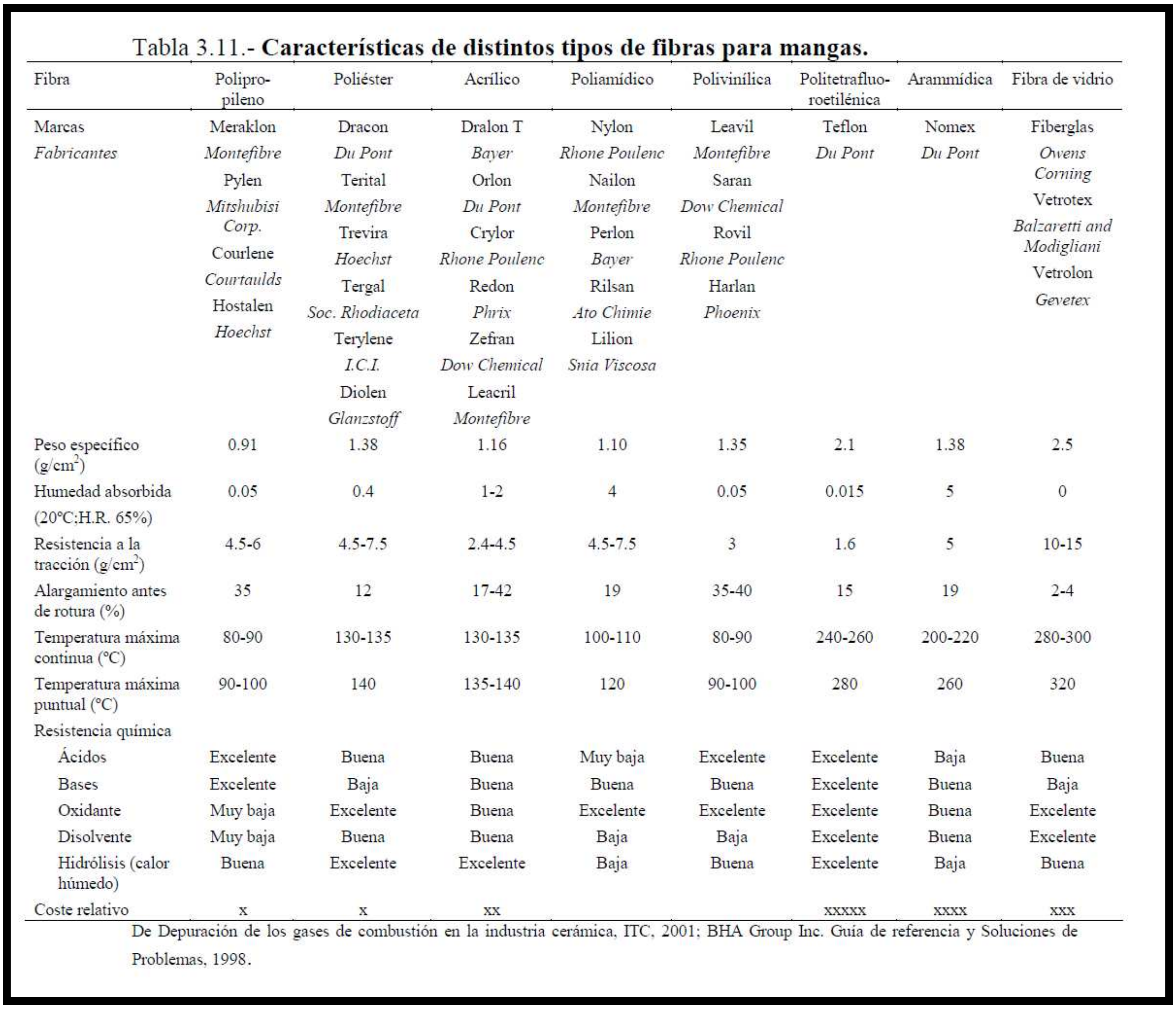


Tabla 3.11.- **Características de distintos tipos de fibras para mangas.**

Fibra	Polipropileno	Poliéster	Acrílico	Poliamídico	Polivinílica	Politetrafluoroetilénica	Arammídica	Fibra de vidrio
Marcas	Meraklon	Dracon	Dralon T	Nylon	Leavil	Teflon	Nomex	Fiberglas
Fabricantes	*Montefibre*	*Du Pont*	*Bayer*	*Rhone Poulenc*	*Montefibre*	*Du Pont*	*Du Pont*	*Owens Corning*
	Pylen	Terital	Orlon	Nailon	Saran			Vetrotex
	Mitshubisi Corp.	*Montefibre*	*Du Pont*	*Montefibre*	*Dow Chemical*			*Balzaretti and Modigliani*
	Courlene	Trevira	Crylor	Perlon	Rovil			Vetrolon
	Courtaulds	*Hoechst*	*Rhone Poulenc*	*Bayer*	*Rhone Poulenc*			*Gevetex*
	Hostalen	Tergal	Redon	Rilsan	Harlan			
	Hoechst	*Soc. Rhodiaceta*	*Phrix*	*Ato Chimie*	*Phoenix*			
		Terylene	Zefran	Lilion				
		I.C.I.	*Dow Chemical*	*Snia Viscosa*				
		Diolen	Leacril					
		Glanzstoff	*Montefibre*					
Peso específico (g/cm^2)	0.91	1.38	1.16	1.10	1.35	2.1	1.38	2.5
Humedad absorbida (20ºC;H.R. 65%)	0.05	0.4	1-2	4	0.05	0.015	5	0
Resistencia a la tracción (g/cm^2)	4.5-6	4.5-7.5	2.4-4.5	4.5-7.5	3	1.6	5	10-15
Alargamiento antes de rotura (%)	35	12	17-42	19	35-40	15	19	2-4
Temperatura máxima continua (ºC)	80-90	130-135	130-135	100-110	80-90	240-260	200-220	280-300
Temperatura máxima puntual (ºC)	90-100	140	135-140	120	90-100	280	260	320
Resistencia química								
Ácidos	Excelente	Buena	Buena	Muy baja	Excelente	Excelente	Baja	Buena
Bases	Excelente	Baja	Buena	Buena	Buena	Excelente	Buena	Baja
Oxidante	Muy baja	Excelente	Buena	Excelente	Excelente	Excelente	Buena	Excelente
Disolvente	Muy baja	Buena	Buena	Baja	Baja	Excelente	Buena	Excelente
Hidrólisis (calor húmedo)	Buena	Excelente	Excelente	Baja	Buena	Excelente	Baja	Buena
Coste relativo	x	x	xx			xxxxx	xxxx	xxx

De Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica, ITC, 2001; BHA Group Inc. Guía de referencia y Soluciones de Problemas, 1998.

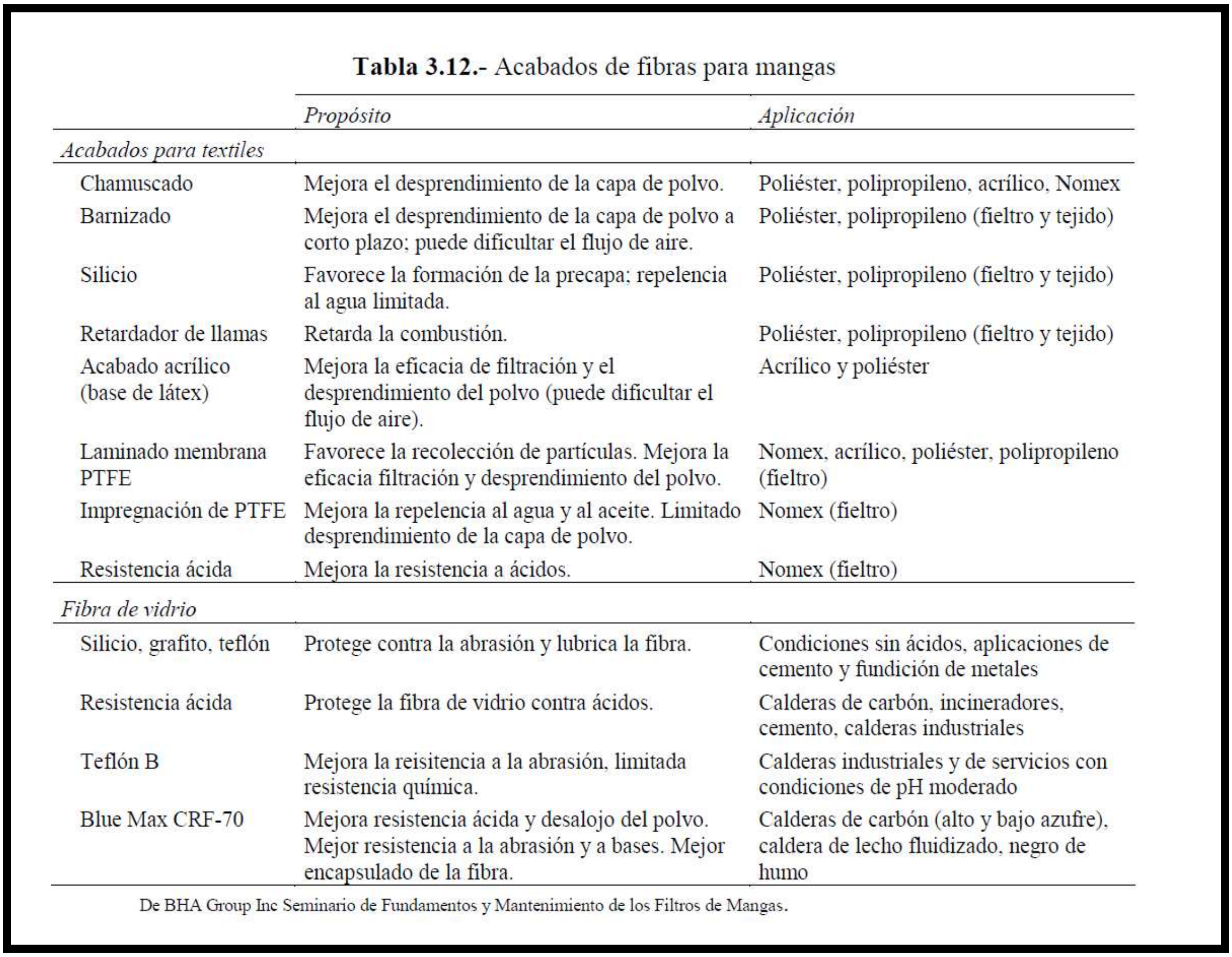


Tabla 3.12.- Acabados de fibras para mangas

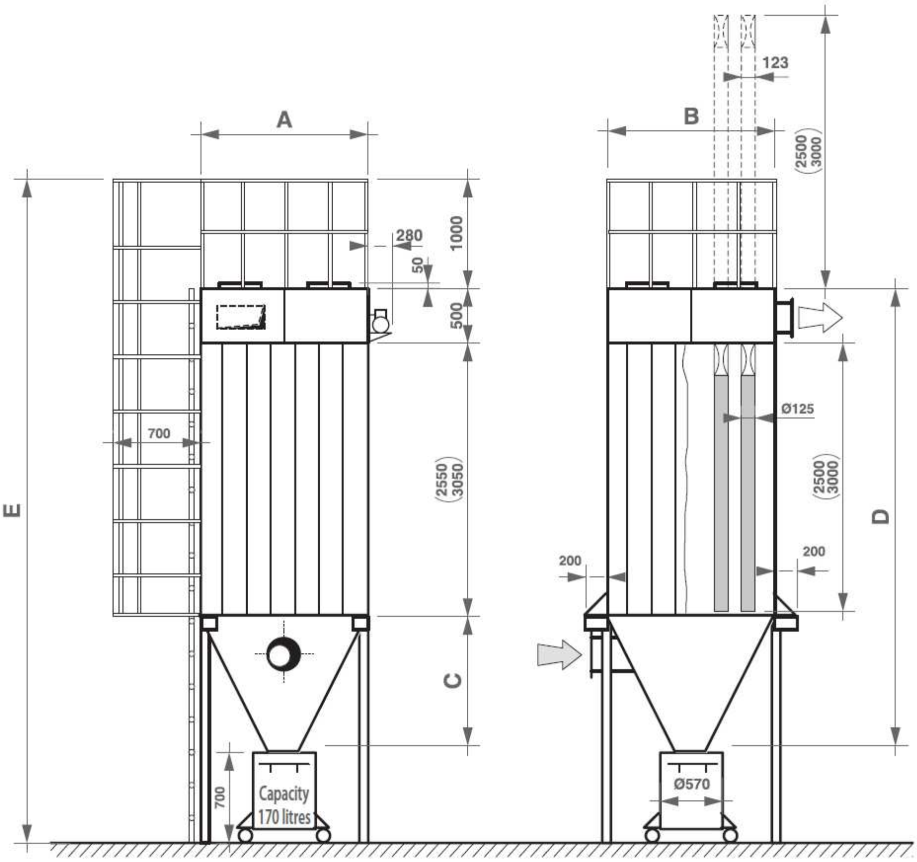
	Propósito	*Aplicación*
Acabados para textiles		
Chamuscado	Mejora el desprendimiento de la capa de polvo.	Poliéster, polipropileno, acrílico, Nomex
Barnizado	Mejora el desprendimiento de la capa de polvo a corto plazo; puede dificultar el flujo de aire.	Poliéster, polipropileno (fieltro y tejido)
Silicio	Favorece la formación de la precapa; repelencia al agua limitada.	Poliéster, polipropileno (fieltro y tejido)
Retardador de llamas	Retarda la combustión.	Poliéster, polipropileno (fieltro y tejido)
Acabado acrílico (base de látex)	Mejora la eficacia de filtración y el desprendimiento del polvo (puede dificultar el flujo de aire).	Acrílico y poliéster
Laminado membrana PTFE	Favorece la recolección de partículas. Mejora la eficacia filtración y desprendimiento del polvo.	Nomex, acrílico, poliéster, polipropileno (fieltro)
Impregnación de PTFE	Mejora la repelencia al agua y al aceite. Limitado desprendimiento de la capa de polvo.	Nomex (fieltro)
Resistencia ácida	Mejora la resistencia a ácidos.	Nomex (fieltro)
Fibra de vidrio		
Silicio, grafito, teflón	Protege contra la abrasión y lubrica la fibra.	Condiciones sin ácidos, aplicaciones de cemento y fundición de metales
Resistencia ácida	Protege la fibra de vidrio contra ácidos.	Calderas de carbón, incineradores, cemento, calderas industriales
Teflón B	Mejora la reisitencia a la abrasión, limitada resistencia química.	Calderas industriales y de servicios con condiciones de pH moderado
Blue Max CRF-70	Mejora resistencia ácida y desalojo del polvo. Mejor resistencia a la abrasión y a bases. Mejor encapsulado de la fibra.	Calderas de carbón (alto y bajo azufre), caldera de lecho fluidizado, negro de humo

De BHA Group Inc Seminario de Fundamentos y Mantenimiento de los Filtros de Mangas.

DEDUSTING

POLJET Self-cleaning bag filters

POLJET series FZ *Modular bag filter in galvanized sheet*

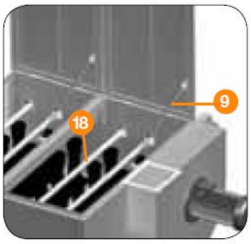


Model	Filtering surface (m²)	Number of solenoid valves	Number of bags	Bag height (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
FZ 24/24/25	24	4	24	2500	1180	820	850	3950	5650
FZ 24/28/30	28	4	24	3000	1180	820	850	4450	6150
FZ 36/36/25	36	6	36	2500	1180	1180	850	3950	5650
FZ 36/43/30	43	6	36	3000	1180	1180	850	6150	6150
FZ 48/48/25	48	5	48	2500	1540	1180	1150	4250	5950
FZ 48/57/30	57	5	48	3000	1540	1180	1150	4750	6450
FZ 60/60/25	60	6	60	2500	1900	1180	1450	5050	6250
FZ 60/72/30	72	6	60	3000	1900	1180	1450	4850	6750
FZ 72/72/25	72	6	72	2500	2260	1180	1750	5350	6550
FZ 72/86/30	86	6	72	3000	2260	1180	1750	4850	7050
FZ 96/96/25	96	6	96	2500	2260	1540	1750	4850	6550
FZ 96/115/30	115	6	96	3000	2260	1540	1750	5350	7050
FZ 120/120/25	120	10	120	2500	2260	1900	1750	4850	6550
FZ 120/144/30	144	10	120	3000	2260	1900	1750	5350	7050

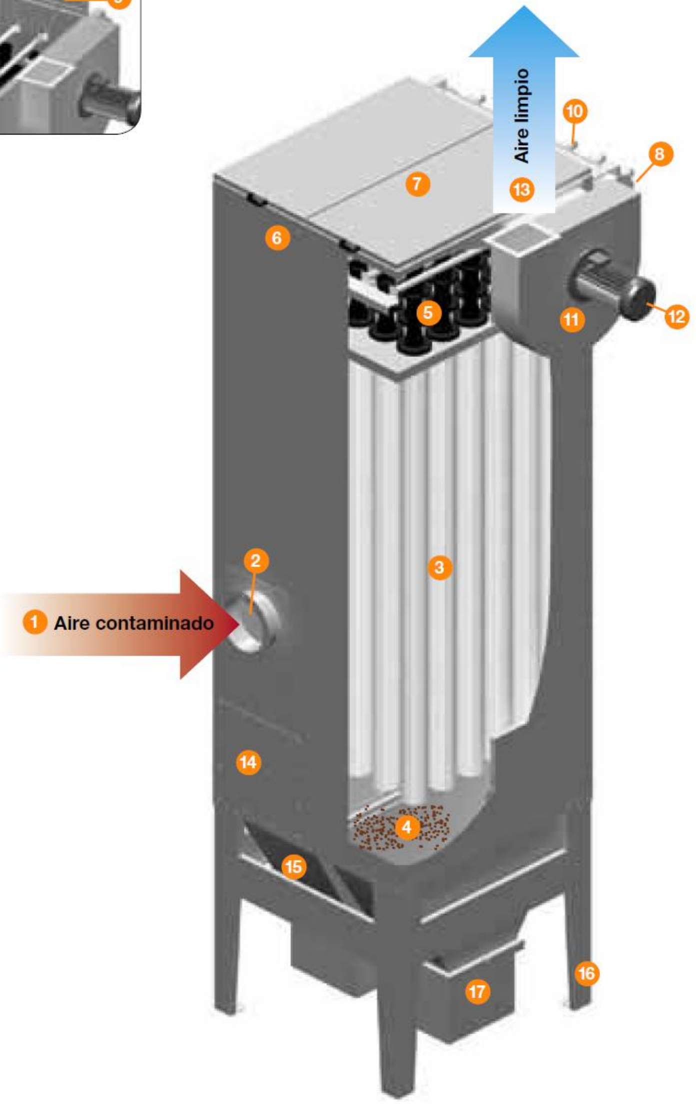
TECHNICAL NOTES

Standard version with polyester bags 500 gr/m². Versions with different bag heights or greater filtering surfaces are available upon request. Versions in Teflon covered Nomex, antistatic fabrics or other materials are available. Compressed air pressure which is necessary for cleaning: 6,5-7 atm.

Bag Compact®



1. Brida entrada aire contaminado
2. Antecámara
3. Mangas
4. Grandes partículas
5. Cestos con venturi
6. Cabeza
7. Techo que se puede abrir para extracción
8. Mangas
9. Pulmón aire comprimido
10. Resortes a gas para abertura techo
11. Electroválvulas
12. Ventilador centrífugo Motor
13. Salida aire limpio
14. Puerta inspección
15. Tolva
16. Piernas
17. Contenedor de recogida polvo
18. Rampas lavado



El funcionamiento
El aire contaminado entra en el filtro a través de una antecámara que favorece la separación de las partículas grandes; luego el flujo atraviesa las mangas depositando fuera de las mismas el contaminante, mientras que el aire limpio es descargado desde la cabeza del filtro. Un cuadro cíclico electrónico se encarga de la limpieza de las mangas con aire comprimido siguiendo un orden.

APÉNDICE K

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS VENTILADORES SELECCIONADOS [21]

VENTILADOR 1 / AUXILIAR RAMAL 1

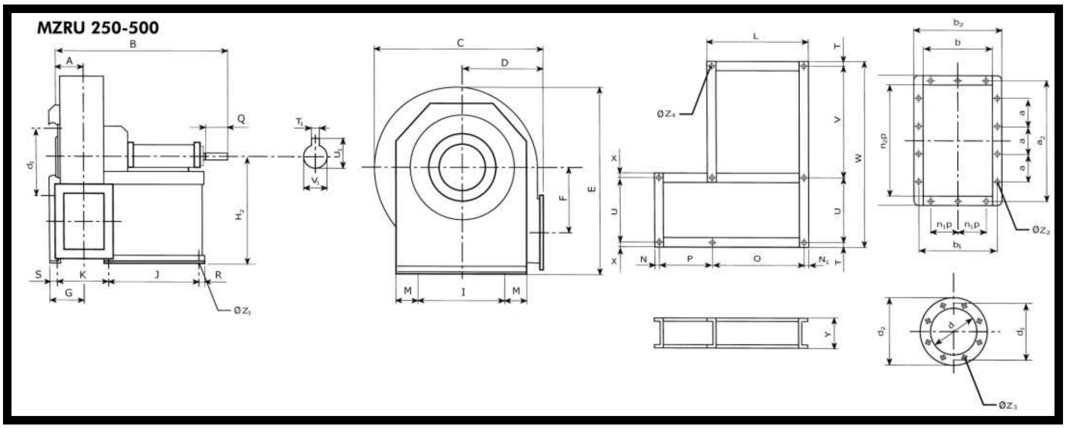
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:
.Carcasa fabricada en chapa de acero laminado.
.Carcasa totalmente soldada.
.Turbina de alabes curvados hacia atrás (a reacción) de simple aspiración y alto rendimiento, fabricada en chapa de acero laminado y recubierta contra la corrosión en polvo de resina epoxy.
.El ventilador se suministrará en ejecución estándar a 'EJE LIBRE', es decir sin motor, poleas ni correas.
.Protegidos contra la corrosión mediante recubrimiento en polvo de resina epoxy.

APLICACIONES:
Diseñados para instalación en conducto, son indicados para:
. Procesos industriales, extracción o inyección localizada.
. Refrigeración de máquinas, enfriamiento de piezas.
. Aire limpio y transporte neumático.
. Transporte de aire polvoriento o con ligera carga de materiales granulados.
. Temperatura máxima de trabajo en continuo: aire transportado: 200ºC, ambiente: 60ºC.

BAJO DEMANDA:
.Ventiladores completos que incluyen: motor, poleas, correas, protector de correas y de eje.
.Montados sobre bancada general.
.Ventiladores antideflagrantes o antiexplosivos con motor certificado ATEX.
.Ventilador preparado paraaire hasta 250ºC, 300ºC o 450ºC.
.Ventiladores fabricados en chapa galvanizada en caliente o acero inoxidable.

Turbina rpm	3150		Potencia (kW)	18.5
Motor rpm	2935		Imax 230V(A)	-
Peso aprox. (kg)	172 + 140 (motor)		Imax 400V(A)	32
			Imax 690V(A)	18.4

ESQUEMA DE DIMENSIONES

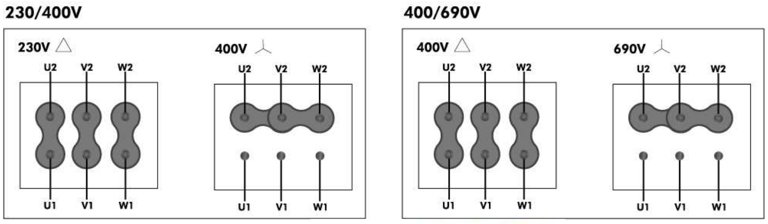


A	177
B	1058

C	940
D	400
E	1126
F	390
G	214
H2	670
I	632
J	477
K	410
L	543
M	30
N	23
N1	33
O	477
P	410
Q	110
R	33
S	23
T	30
U	632
V	678
W	1370
X	30
Y	160
Z1	17
Z2	12
Z3	10
Z4	18
a	125
a1	533
a2	497
b	322
b1	366
b2	402
n1p	125
n2p	453
d	455
d1	497
d2	535

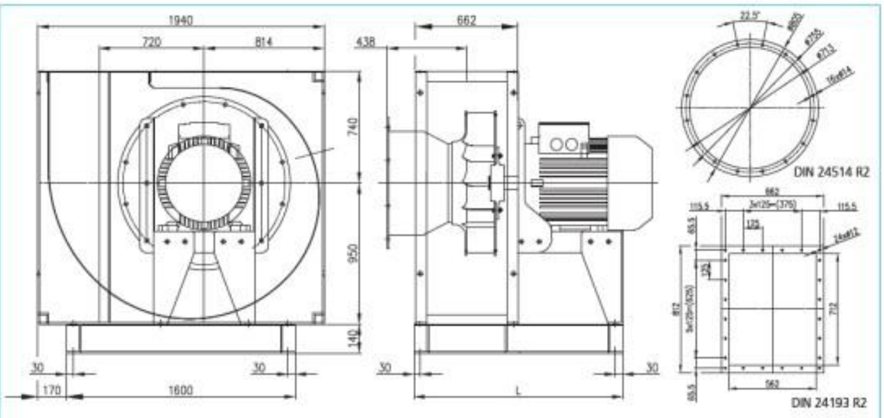
T1	14
U1	51,5
V1	48

ESQUEMA DE CONEXIONES


230/400V
230V △
U2
V2
W2
U1
V1
W1
400V ⅄
U2
V2
W2
U1
V1
W1
400/690V
400V △
U2
V2
W2
U1
V1
W1
690V ⅄
U2
V2
W2
U1
V1
W1

VENTILADOR 2 / PRINCIPAL RAMAL 2

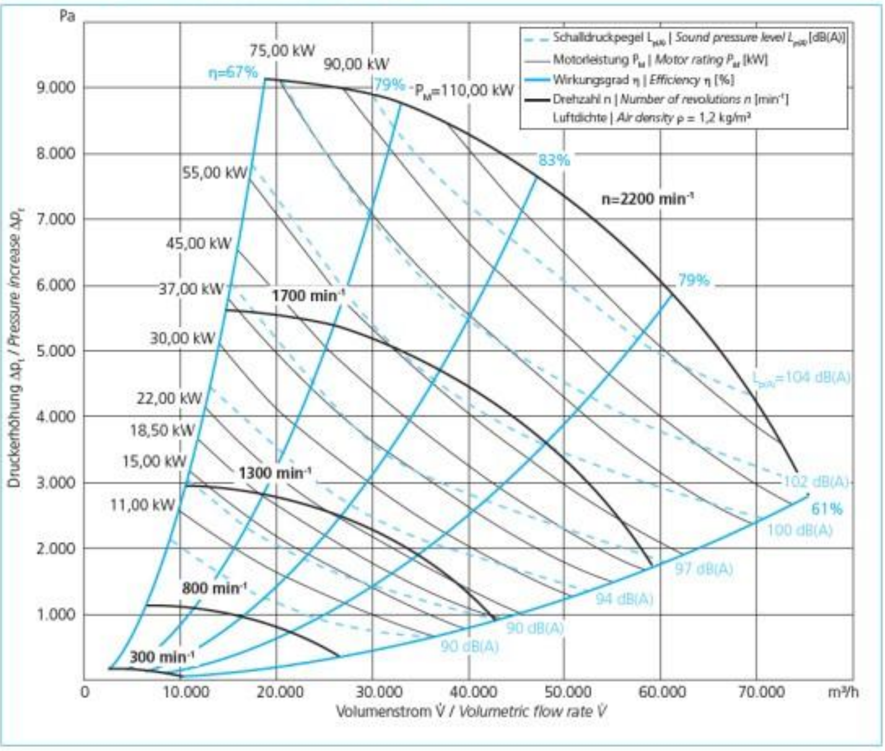
CFH 710


1940
720
814
438
662
740
950
140
30
170
1600
30
30
30
L
22,5°
DIN 24514 R2
662
115,5
3x125=(375)
115,5
125
24xØ12
812
712
562
DIN 24193 R2

Motorbaugröße | *Motor size*	160 L/6	180 L/6	180 M/4	180 L/4	200 L/4	225 S/4	225 M/4	250 M/4	280 S/4	280 M/4	315 S/4
Motorleistung P_M | *Motor rating* P_M [kW]	11,00	15,00	18,50	22,00	30,00	37,00	45,00	55,00	75,00	90,00	110,00
Gewicht | *Weight* [kg]	695	725	762	783	759	804	835	945	1120	1180	1350
L [mm]	1250	1250	1250	1250	1250	1450	1450	1450	1450	1450	1450

Maße in mm - unverbindlich. | *Dimension in mm - subject to modifications*

Kennlinien CFH 710 / *Characteristic curve CFH 710*



Elektror

52

Technische und konstruktive Änderungen vorbehalten.
Technical and constructional subject to change.

06/2010

APÉNDICE L

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS TUBOS VENTURI [10]

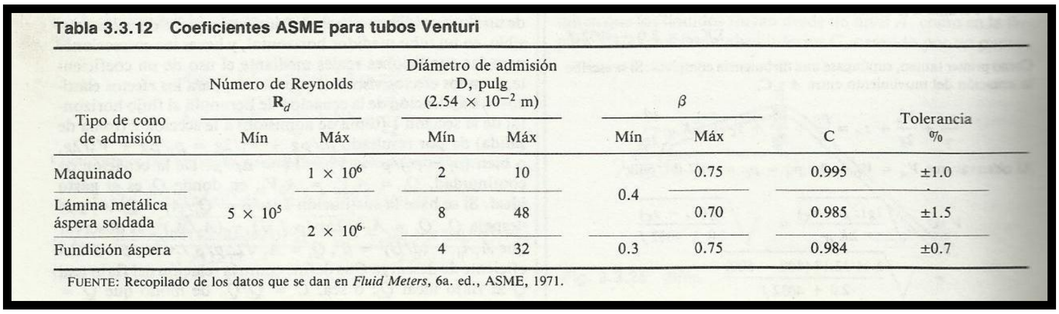


Tabla 3.3.12 Coeficientes ASME para tubos Venturi

Tipo de cono de admisión	Número de Reynolds R_d Mín	Número de Reynolds R_d Máx	Diámetro de admisión D, pulg (2.54×10^{-2} m) Mín	Diámetro de admisión D, pulg (2.54×10^{-2} m) Máx	β Mín	β Máx	C	Tolerancia %
Maquinado	5×10^5	1×10^6	2	10	0.4	0.75	0.995	±1.0
Lámina metálica áspera soldada		2×10^6	8	48		0.70	0.985	±1.5
Fundición áspera			4	32	0.3	0.75	0.984	±0.7

FUENTE: Recopilado de los datos que se dan en *Fluid Meters*, 6a. ed., ASME, 1971.

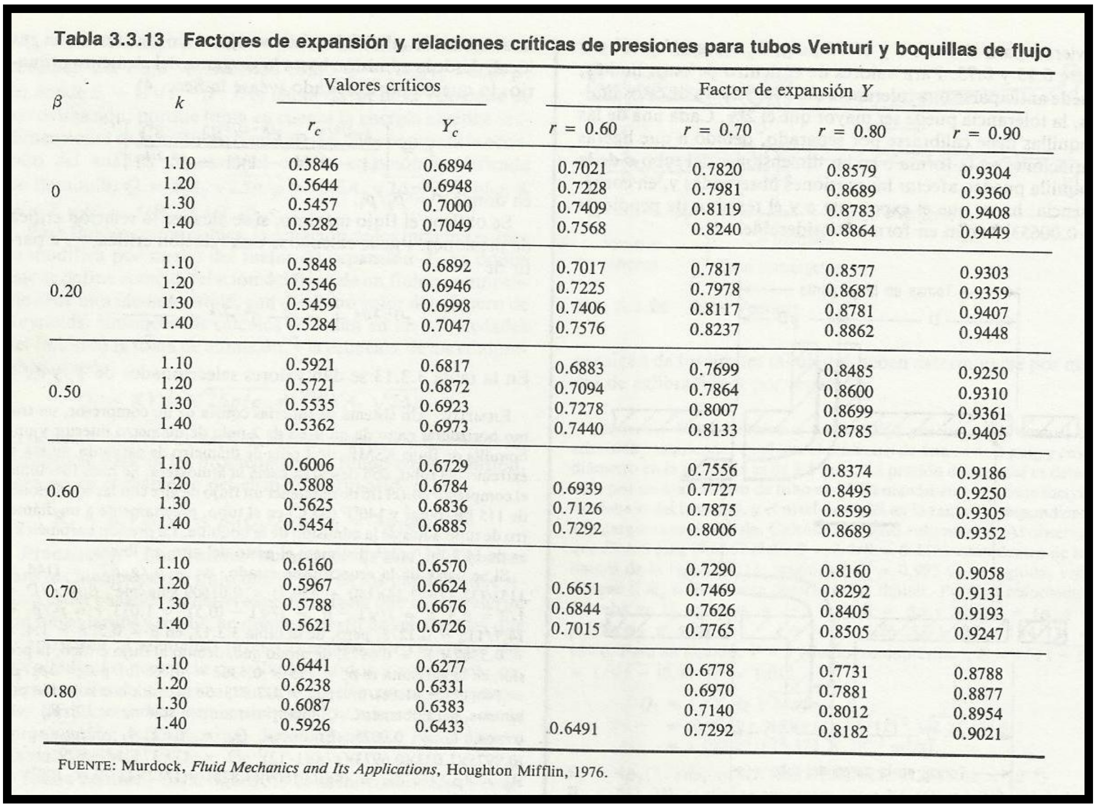


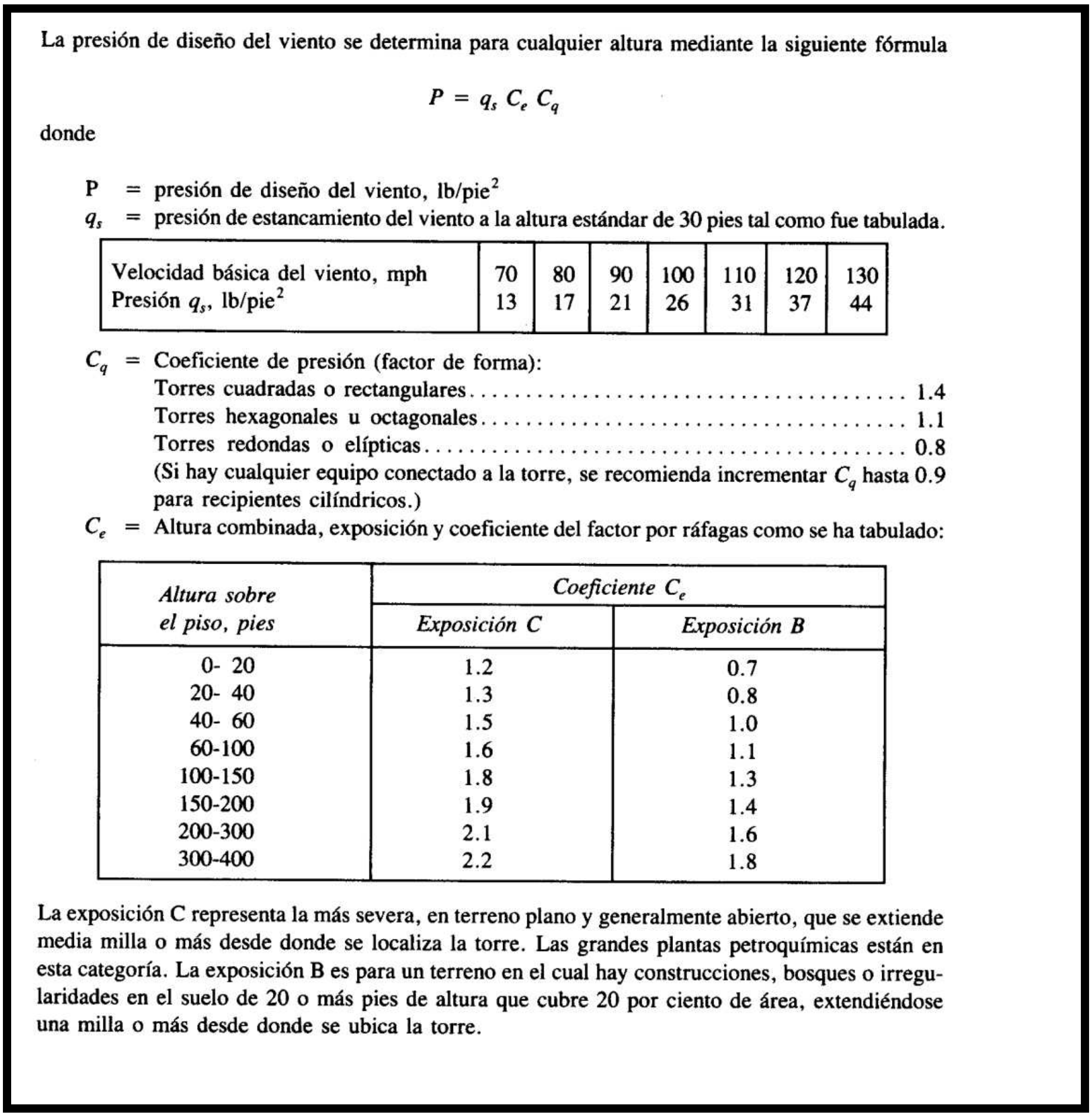
Tabla 3.3.13 Factores de expansión y relaciones críticas de presiones para tubos Venturi y boquillas de flujo

β	k	Valores críticos r_c	Valores críticos Y_c	Factor de expansión Y $r = 0.60$	Factor de expansión Y $r = 0.70$	Factor de expansión Y $r = 0.80$	Factor de expansión Y $r = 0.90$
0	1.10	0.5846	0.6894	0.7021	0.7820	0.8579	0.9304
	1.20	0.5644	0.6948	0.7228	0.7981	0.8689	0.9360
	1.30	0.5457	0.7000	0.7409	0.8119	0.8783	0.9408
	1.40	0.5282	0.7049	0.7568	0.8240	0.8864	0.9449
0.20	1.10	0.5848	0.6892	0.7017	0.7817	0.8577	0.9303
	1.20	0.5546	0.6946	0.7225	0.7978	0.8687	0.9359
	1.30	0.5459	0.6998	0.7406	0.8117	0.8781	0.9407
	1.40	0.5284	0.7047	0.7576	0.8237	0.8862	0.9448
0.50	1.10	0.5921	0.6817	0.6883	0.7699	0.8485	0.9250
	1.20	0.5721	0.6872	0.7094	0.7864	0.8600	0.9310
	1.30	0.5535	0.6923	0.7278	0.8007	0.8699	0.9361
	1.40	0.5362	0.6973	0.7440	0.8133	0.8785	0.9405
0.60	1.10	0.6006	0.6729		0.7556	0.8374	0.9186
	1.20	0.5808	0.6784	0.6939	0.7727	0.8495	0.9250
	1.30	0.5625	0.6836	0.7126	0.7875	0.8599	0.9305
	1.40	0.5454	0.6885	0.7292	0.8006	0.8689	0.9352
0.70	1.10	0.6160	0.6570		0.7290	0.8160	0.9058
	1.20	0.5967	0.6624	0.6651	0.7469	0.8292	0.9131
	1.30	0.5788	0.6676	0.6844	0.7626	0.8405	0.9193
	1.40	0.5621	0.6726	0.7015	0.7765	0.8505	0.9247
0.80	1.10	0.6441	0.6277		0.6778	0.7731	0.8788
	1.20	0.6238	0.6331		0.6970	0.7881	0.8877
	1.30	0.6087	0.6383		0.7140	0.8012	0.8954
	1.40	0.5926	0.6433	0.6491	0.7292	0.8182	0.9021

FUENTE: Murdock, *Fluid Mechanics and Its Applications*, Houghton Mifflin, 1976.

APÉNDICE M

VARIABLES PARA EL DISEÑO DE CHIMENEAS [20]



La presión de diseño del viento se determina para cualquier altura mediante la siguiente fórmula

$$P = q_s\, C_e\, C_q$$

donde

P = presión de diseño del viento, lb/pie^2

q_s = presión de estancamiento del viento a la altura estándar de 30 pies tal como fue tabulada.

Velocidad básica del viento, mph	70	80	90	100	110	120	130
Presión q_s, lb/pie^2	13	17	21	26	31	37	44

C_q = Coeficiente de presión (factor de forma):

Torres cuadradas o rectangulares 1.4
Torres hexagonales u octagonales 1.1
Torres redondas o elípticas 0.8
(Si hay cualquier equipo conectado a la torre, se recomienda incrementar C_q hasta 0.9 para recipientes cilíndricos.)

C_e = Altura combinada, exposición y coeficiente del factor por ráfagas como se ha tabulado:

Altura sobre el piso, pies	*Coeficiente C_e*	
	Exposición C	*Exposición B*
0- 20	1.2	0.7
20- 40	1.3	0.8
40- 60	1.5	1.0
60-100	1.6	1.1
100-150	1.8	1.3
150-200	1.9	1.4
200-300	2.1	1.6
300-400	2.2	1.8

La exposición C representa la más severa, en terreno plano y generalmente abierto, que se extiende media milla o más desde donde se localiza la torre. Las grandes plantas petroquímicas están en esta categoría. La exposición B es para un terreno en el cual hay construcciones, bosques o irregularidades en el suelo de 20 o más pies de altura que cubre 20 por ciento de área, extendiéndose una milla o más desde donde se ubica la torre.

APÉNDICE N

COSTOS DE EQUIPOS (DUCTOS, ACCESORIOS, VENTILADORES, CHIMENEA)

TABLA N 4.1

COSTOS DE EQUIPOS A (DUCTOS, ACCESORIOS, VENTILADORES, CHIMENEA)

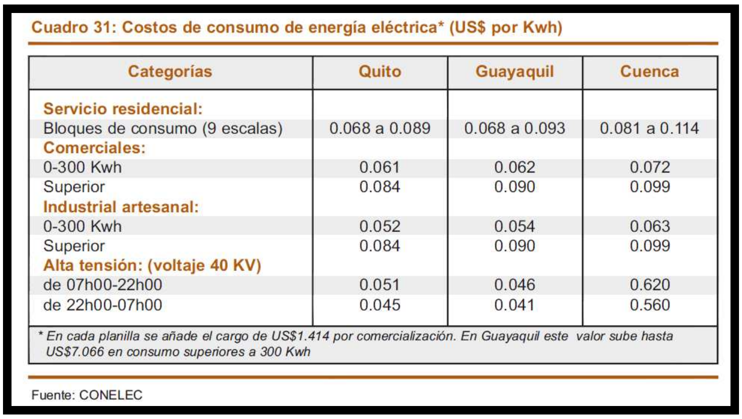
EQUIPOS	MATERIAL	PARÁMETROS					CANT.	COSTO	NOMENCLATURA	LONGITUD (pie)	SUB TOTAL $ (USD)
		a	b	Af (pie^2)	d (pulg)	d (mm)					
CAMPANA RAMAL 2	ACERO ASTM A36	497	0.336	5.82	32.7	830	1	898	Ch (USD)	N/A	898.40
CAMPANA RAMAL 1	FRP	128	0.577	0.34	7.9	200	8	548	Ch (USD)	N/A	4382.21
BRAZO MOVIBLE/ACCES.	PVC/ALUMINIO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8	1349	BM (USD)	N/A	10792.00
CONDUCTOS RAMAL 1 CON REDUCTORES											
TRAMO A	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.09	4.1	105	1	6	Cd (USD/pie)	51	315.51
TRAMO B	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.19	5.9	149	1	8	Cd (USD/pie)	51	414.01
TRAMO C	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.28	7.2	182	1	10	Cd (USD/pie)	51	485.33
TRAMO D	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.37	8.3	210	1	11	Cd (USD/pie)	49	521.96
TRAMO E	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.47	9.3	235	1	12	Cd (USD/pie)	49	569.68
TRAMO F	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.56	10.1	258	1	12	Cd (USD/pie)	58	724.27
TRAMO G	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.66	11.0	278	1	13	Cd (USD/pie)	90	1193.87
TRAMO H	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	0.75	11.7	298	1	14	Cd (USD/pie)	90	1258.03
CONDUCTOS RAMAL 2 CON REDUCTORES											
TRAMOS I - J - K	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	5.82	32.7	830	1	31	Cd (USD/pie)	23	718.44
TRAMOS P - Q - R - S	ACERO ASTM A36	2.03	0.784	6.58	34.7	882	1	33	Cd (USD/pie)	56	1834.60
CODOS 90 RAMAL 1/TRAMO E	ACERO ASTM A36	30.4	0.059	0.47	9.3	235	4	211	Cd (USD)	N/A	843.25
CODOS 45 RAMAL 1/TRAMO H	ACERO ASTM A36	30.4	0.059	0.75	11.7	298	4	244	Cd (USD)	N/A	975.57
CONEXION Y 60											
TRAMO A	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	4.1	105	1	175	(USD)	N/A	175.00
TRAMO B	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	5.9	149	1	190	(USD)	N/A	190.00
TRAMO C	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	7.2	182	1	230	(USD)	N/A	230.00
TRAMO D	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	8.3	210	1	250	(USD)	N/A	250.00
TRAMO E	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	9.3	235	1	270	(USD)	N/A	270.00
TRAMO F	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	10.1	258	1	290	(USD)	N/A	290.00
TRAMO G	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	11.0	278	1	320	(USD)	N/A	320.00
TRAMO H	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	11.7	298	1	350	(USD)	N/A	350.00

VALVULA MARIPOSA RAMAL 1	ACERO	45.5	0.06	0.09	4.1	105	8	466	Cd (USD)	N/A	3727.10
VALVULA MARIPOSA RAMAL 2 H	ACERO	45.5	0.06	0.75	11.7	298	1	92	Cd (USD)	N/A	91.66
CODO 90 RAMAL 2/TRAMOS IJK	ACERO ASTM A36	30.4	0.059	5.82	32.7	830	5	1059	Cd (USD)	N/A	5294.07
CODO 90 RAMAL 2/TRAMOS PQRS	ACERO ASTM A36	30.4	0.059	6.58	34.7	882	2	478	Cd (USD)	N/A	956.58
CONEXION Y 60 TRAMO I	ACERO ASTM A36	N/A	N/A	N/A	34.7	882	1	450	(USD)	N/A	450.00
CHIMENEA	ACERO GALV.	2.41	1.15	6.08	33.4	850	1	136	Cd (USD/pie)	62	8447.29
VENTILADOR 1	MZRU 400 CASALS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	2195	(USD)	N/A	2195.10
VENTILADOR 2	CFH 710 ELEKTROR	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	8550	(USD)	N/A	8550.00
SUBTOTAL $ (USD)											**57713.93**
IMPUESTOS (12%)											6925.67
TRANSPORTE (5%)											2885.70
TOTAL EQUIPOS A $ (USD)											**67525.30**

APÉNDICE O

TABLAS Y FIGURAS PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DEL FILTRO DE MANGAS Y PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO

- ☞ Costos de consumo de Energía eléctrica. Cuadro 31.
- ☞ Listas de Curvas de Costos para Filtros de Mangas. Tabla 1.7. **[19]**
- ☞ Costo de Equipos para Filtros de chorro a pulso. Figura 1.8. **[19]**
- ☞ Factores de costo de Capital para Filtro. Tabla 1.9. **[19]**
- ☞ Precio de Compra de brida a brida de un Precipitador electrostático del tipo Seco vs Área de Placa. Figura 3.5 **[19]**
- ☞ Opciones estándares para equipos básicos PES. Tabla 3.12 **[18]**



Cuadro 31: Costos de consumo de energía eléctrica* (US$ por Kwh)

Categorías	Quito	Guayaquil	Cuenca
Servicio residencial:			
Bloques de consumo (9 escalas)	0.068 a 0.089	0.068 a 0.093	0.081 a 0.114
Comerciales:			
0-300 Kwh	0.061	0.062	0.072
Superior	0.084	0.090	0.099
Industrial artesanal:			
0-300 Kwh	0.052	0.054	0.063
Superior	0.084	0.090	0.099
Alta tensión: (voltaje 40 KV)			
de 07h00-22h00	0.051	0.046	0.620
de 22h00-07h00	0.045	0.041	0.560

** En cada planilla se añade el cargo de US$1.414 por comercialización. En Guayaquil este valor sube hasta US$7.066 en consumo superiores a 300 Kwh*

Fuente: CONELEC

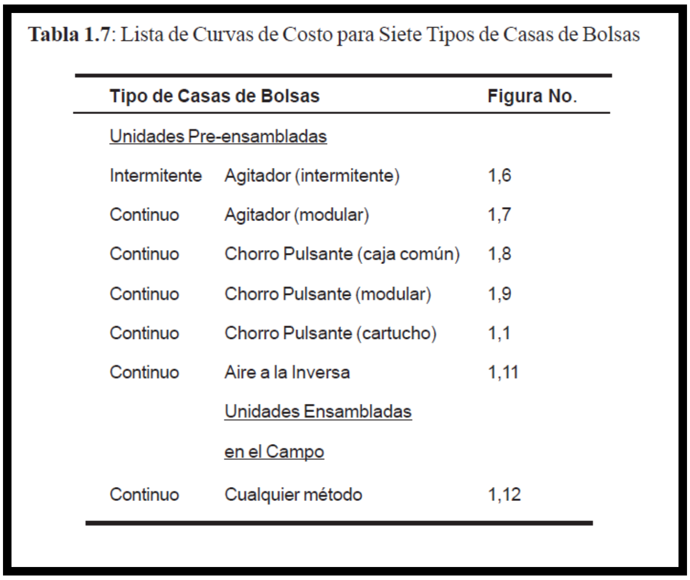


Tabla 1.7: Lista de Curvas de Costo para Siete Tipos de Casas de Bolsas

Tipo de Casas de Bolsas		Figura No.
Unidades Pre-ensambladas		
Intermitente	Agitador (intermitente)	1,6
Continuo	Agitador (modular)	1,7
Continuo	Chorro Pulsante (caja común)	1,8
Continuo	Chorro Pulsante (modular)	1,9
Continuo	Chorro Pulsante (cartucho)	1,1
Continuo	Aire a la Inversa	1,11
	Unidades Ensambladas	
	en el Campo	
Continuo	Cualquier método	1,12

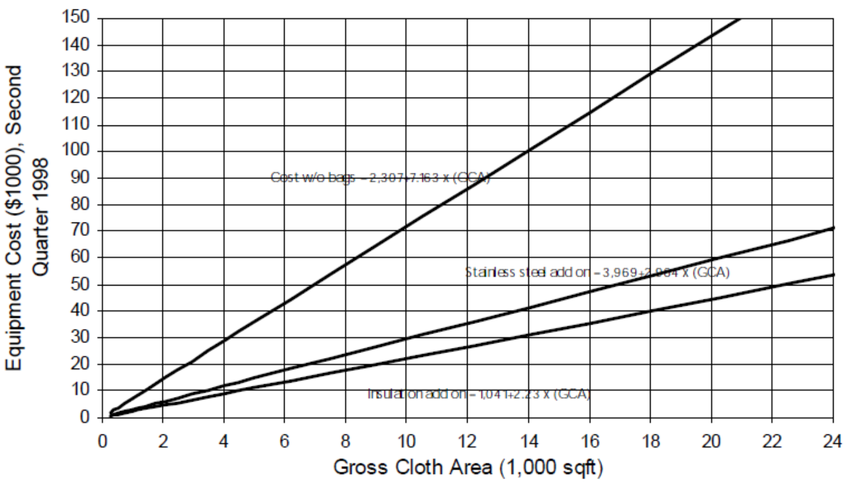


Figura 1.8: Costos de Equipo para los Filtros con Chorro a Pulso (de Caja Común)

Note: this graph should not be extrapolated

Note: GCA= Gross Cloth Area in sqft

Source: ETS Inc.

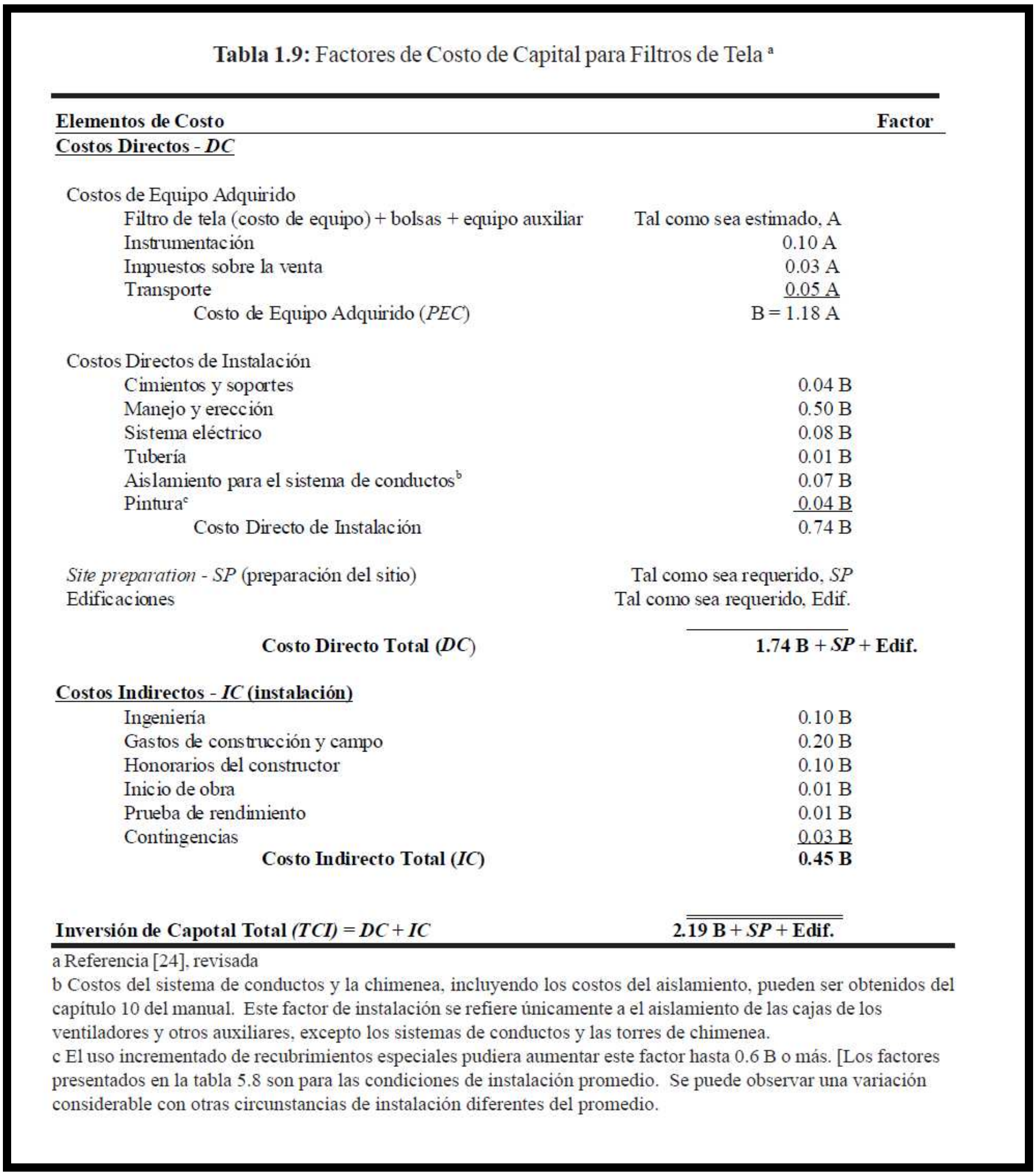


Tabla 1.9: Factores de Costo de Capital para Filtros de Tela [a]

Elementos de Costo	**Factor**
Costos Directos - *DC*	
Costos de Equipo Adquirido	
Filtro de tela (costo de equipo) + bolsas + equipo auxiliar	Tal como sea estimado, A
Instrumentación	0.10 A
Impuestos sobre la venta	0.03 A
Transporte	0.05 A
Costo de Equipo Adquirido (*PEC*)	B = 1.18 A
Costos Directos de Instalación	
Cimientos y soportes	0.04 B
Manejo y erección	0.50 B
Sistema eléctrico	0.08 B
Tubería	0.01 B
Aislamiento para el sistema de conductos[b]	0.07 B
Pintura[c]	0.04 B
Costo Directo de Instalación	0.74 B
Site preparation - SP (preparación del sitio)	Tal como sea requerido, *SP*
Edificaciones	Tal como sea requerido, Edif.
Costo Directo Total (*DC*)	**1.74 B + *SP* + Edif.**
Costos Indirectos - *IC* (instalación)	
Ingeniería	0.10 B
Gastos de construcción y campo	0.20 B
Honorarios del constructor	0.10 B
Inicio de obra	0.01 B
Prueba de rendimiento	0.01 B
Contingencias	0.03 B
Costo Indirecto Total (*IC*)	**0.45 B**
Inversión de Capotal Total (*TCI*) = *DC* + *IC*	**2.19 B + *SP* + Edif.**

a Referencia [24], revisada

b Costos del sistema de conductos y la chimenea, incluyendo los costos del aislamiento, pueden ser obtenidos del capítulo 10 del manual. Este factor de instalación se refiere únicamente a el aislamiento de las cajas de los ventiladores y otros auxiliares, excepto los sistemas de conductos y las torres de chimenea.

c El uso incrementado de recubrimientos especiales pudiera aumentar este factor hasta 0.6 B o más. [Los factores presentados en la tabla 5.8 son para las condiciones de instalación promedio. Se puede observar una variación considerable con otras circunstancias de instalación diferentes del promedio.

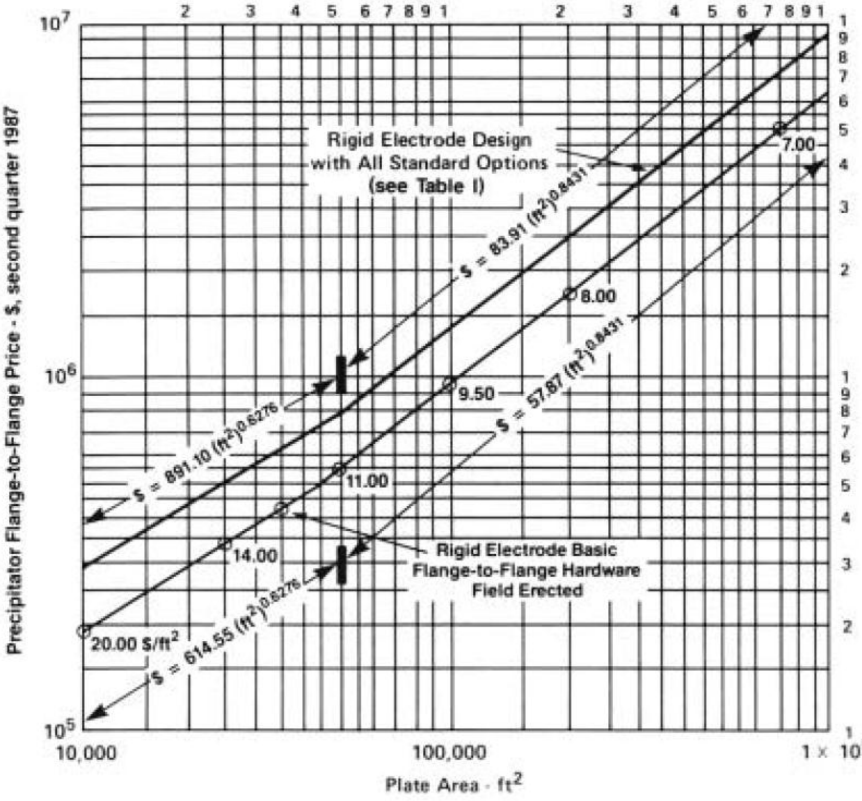


Figura 3.5: Precio de compra de brida-a-brida de un PES del tipo Seco vs. área de placa.

APÉNDICE P

HOJA DE DATOS – TECNOLOGÍA DE CONTROL DE CONTAMINANTES DEL AIRE EPA-452/F-03-017

EPA-452/F-03-017

Hoja de Datos - Tecnología de Control de Contaminantes del Aire

Nombre de la Tecnología: Depurador Tipo Venturi

Este tipo de tecnología es una parte del grupo de controles para la contaminación del aire llamados colectivamente "depuradores en húmedo." Los depuradores tipo venturi también son conocidos como depuradores de chorro tipo venturi, depuradores por aspersión atomizadores de gas, y eyectores-depuradores tipo venturi.

Tipo de Tecnología: Remoción de contaminantes del aire por interceptación inercial y difusión.

Contaminantes Aplicables:

Los depuradores tipo venturi son usados principalmente para el control de materia particulada (MP), incluyendo MP menor o igual a 10 micras (µm) de diámetro aerodinámico (MP_{10}), materia particulada menor o igual a 2.5 µm de diámetro aerodinámico ($MP_{2.5}$). Aunque son capaces de cierto control incidental de los compuestos orgánicos volátiles (COV), los depuradores tipo venturi están limitados a controlar MP y gases con alta solubilidad (*U.S. Environmental Protection Agency - EPA*, la agencia de protección ambiental de EE.UU., 1992; *EPA*, 1996).

Límites de Emisión Alcanzables/Reducciones:

Las eficiencias de recolección de los depuradores tipo venturi varían del 70 a más del 99 por ciento, dependiendo de la aplicación. Las eficiencias de recolección son generalmente más altas para la MP con diámetros aerodinámicos de aproximadamente 0.5 a 5 mm. Algunos depuradores tipo venturi están diseñados con una garganta ajustable para controlar la velocidad de la corriente de gas y la caída de presión. El aumento de la eficiencia del depurador tipo venturi requiere un incremento en la caída de presión lo cual, a su vez, aumenta el consumo de energía (*Corbitt*, 1990; *EPA*, 1998).

Tipo de Fuente Aplicable: Punto.

Aplicaciones Industriales Típicas:

Los depuradores tipo venturi han sido aplicados al control de las emisiones de MP proveniente de las calderas termoeléctricas, industriales, comerciales, e institucionales que son alimentadas con carbón, aceite, madera, y residuos líquidos. También han sido aplicadas al control de fuentes de emisión en las industrias químicas, de productos minerales, madera, pulpa y papel, de productos de piedra, y manufactureras de asfalto; las industrias del plomo, aluminio, hierro y acero, y acero gris; y a los incineradores municipales de residuos sólidos. Típicamente, los depuradores tipo venturi son aplicados donde es necesario obtener altas eficiencias de recolección para MP fina. Por lo tanto, estas son aplicables para controlar las fuentes de emisiones con altas concentraciones de MP menor de una micra (*EPA*, 1995; *Turner*, 1999).

Características de la Corriente de Emisión:

a. **Flujo de Aire:** Las proporciones del flujo de gas típicas para una unidad depuradora tipo venturi con una sola garganta son de 0.2 a 47 metros cúbicos a condiciones estándares por segundo (m^3/s) (500 a 100,000 pies cúbicos a condiciones estándares por minuto *(scfm)*) (*EPA*, 2002).

b. Temperatura: La temperaturas de entrada suelen estar dentro del rango de 4 a 400°C (40 a 750 °F) (*EPA,* 2002).

c. Carga de Contaminantes: Las cargas de contaminantes del gas de desecho pueden variar de 1 a 115 gramos por metro cúbico a condiciones estándares (*g/m*^{3}) (0.1 a 50 granos por pie cúbico a condiciones estándares (*gr/scf*)) (*Turner*, 1999; *Dixit*, 1999).

d. Otras Consideraciones: En situaciones en donde el gas de desecho contiene tanto particulados como gases a ser controlados, los depuradores tipo venturi a veces son utilizados como un dispositivo de pre-tratamiento, removiendo la MP para evitar la obstrucción de un dispositivo corriente abajo, tal como un depurador con lecho empacado, el cual diseñado para recolectar principalmente a los contaminantes gaseosos.

Requisitos de Pre-tratamiento de la Corriente de Emisión:

Generalmente, no se requiere un pre-tratamiento para los depuradores tipo venturi, aunque en algunos casos el gas de desecho es humedecido para reducir la temperatura en los depuradores fabricados con materiales que son afectados por temperaturas altas (*Dixit*, 1999).

Información de Costos:

Los siguientes datos son los rangos de costo (expresados en dólares del 2002) para los depuradores en húmedo tipo venturi de diseño convencional bajo condiciones típicas de operación, desarrollados usando el Manual de Costos de Control de Contaminación de la EPA. Para el propósito de calcular el ejemplo de efectividad de costo, se supone que el contaminante utilizado es MP a una carga de entrada de aproximadamente 7 g/m^3 (3 *gr/scf*) y que la eficiencia de control es del 99%. Los costos no incluyen los costos de ventiladores y bombas para el tratamiento o desecho del solvente usado o residuos. Los costos reales pueden ser sustancialmente más altos que en los rangos mostrados para aplicaciones que requieren materiales costosos, solventes, o métodos de tratamiento. Como regla, las unidades más pequeñas controlando una corriente de baja concentración de desecho serán mucho más costosas (por unidad de proporción de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes.

a. Costo de Capital: $5,300 a $45,000 por *m*^{3}*/s*, ($2.5 a $21 por *scfm*)

b. Costo de Operación y Mantenimiento: $9,300 a 254,000 por *m*^{3}*/s*, ($4.4 a $120 por *scfm*), anualmente

c. Costo Anualizado: $12,000 a $409,000 por *m*^{3}*/s*, ($5.7 a $193 por *scfm*), anualmente

d. Efectividad de Costo: $77 a $2,600 por tonelada métrica ($70 a $2,400 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

Teoría de Operación:

Un depurador tipo venturi acelera la corriente del gas de desecho para atomizar el líquido depurador y para mejorar el contacto entre el gas y el líquido. En un depurador tipo venturi, una sección de “garganta” es construida en el interior del ducto la cual forza a la corriente de gas a acelerarse a medida que el ducto se estrecha y enseguida se expande. A medida que el gas entra en la garganta tipo venturi, tanto la velocidad como la turbulencia del gas aumentan. Dependiendo del diseño del depurador, el líquido depurador es rociado dentro de la corriente de gas antes de que el gas se encuentre con la garganta tipo venturi, o en la

APÉNDICE Q

HOJA DE DATOS – TECNOLOGÍA DE CONTROL DE CONTAMINANTES DEL AIRE EPA-452/F-03-005

EPA-452/F-03-005

Hoja de Datos - Tecnología de Control de Contaminantes del Aire

Nombre de la Tecnología: Ciclones

Este tipo de tecnología es una parte del grupo de controles de la contaminación del aire, conocidos colectivamente como "pre-limpiadores," debido a que a menudo se utilizan para reducir la carga de entrada de Materia Particulada (MP), a los dispositivos finales de captura, al remover las partículas abrasivas de mayor tamaño. Los ciclones también se les conoce como ciclones colectores, ciclones separadores, separadores centrífugos y separadores inerciales. En las aplicaciones donde operan muchos ciclones pequeños en paralelo, el sistema total se le conoce como ciclón de tubos múltiples, multi-ciclón o multiclón.

Tipo de Tecnología: Remoción de MP por fuerzas centrífugas e inerciales, inducidas al forzar el cambio de dirección del gas cargado de partículas.

Contaminantes Aplicables:

Los ciclones se usan para controlar la MP, principalmente la MP de diámetro aerodinámico mayor de 10 micras (µm). Hay sin embargo, ciclones de alta eficiencia, diseñados para ser efectivos con MP de diámetro aerodinámico menor o igual a 10 µm y menor o igual a 2.5 µm (MP_{10} y $MP_{2.5}$). Aunque pueden usarse los ciclones para recolectar partículas mayores de 200 µm, las cámaras de asentamiento por gravedad o los simples separadores por impulso (*momentum*), son normalmente satisfactorios y menos expuestos a la abrasión. (Wark, 1981; Perry, 1984).

Límites de Emisión logrables/Reducciones:

La eficiencia de colección de los ciclones varía en función del tamaño de la partícula y del diseño del ciclón.. La eficiencia de ciclones generalmente, aumenta con (1) el tamaño de partícula y/o la densidad, (2) la velocidad en el conducto de entrada, (3) la longitud del cuerpo del ciclón, (4) el número de revoluciones del gas en el ciclón, (5) la proporción del diámetro del cuerpo del ciclón al diámetro del conducto de salida del gas, (6) la carga de polvo y, (7) el pulimento de la superficie de la pared interior del ciclón. La eficiencia del ciclón disminuirá con los aumentos en (1) la viscosidad del gas, (2) el diámetro del cuerpo, (3) el diámetro de la salida del gas, (4) el área del conducto de entrada del gas y, (5) la densidad del gas. Un factor común que contribuye a la diminución de eficiencias de control en los ciclones es el escape de aire en el conducto de salida del polvo (*EPA*, 1998).

Los márgenes de la eficiencia de control para los ciclones individuales, están con frecuencia basados en tres clasificaciones de ciclones, es decir , convencional, alta eficiencia y alta capacidad. El rango de eficiencia de control de los ciclones individuales convencionales se estima que es de 70 a 90 por ciento para MP; de 30 a 90 por ciento para MP_{10} y de 0 a 40 por ciento para $MP_{2.5}$.

Los ciclones individuales de alta eficiencia están diseñados para alcanzar mayor control de las partículas pequeñas que los ciclones convencionales. De acuerdo con Cooper (1994), los ciclones individuales de alta eficiencia pueden remover partículas de 5 µm con eficiencias hasta del 90 por ciento, pudiendo alcanzar mayores eficiencias con partículas más grandes. Los rangos de eficiencia de control de los ciclones individuales de alta eficiencia son de 80 a 99 por ciento para MP; de 60 a 95 por ciento para MP_{10} y de 20 a 70 por ciento para $MP_{2.5}$. Los ciclones de alta eficiencia tienen mayores caídas de presión, lo cual requiere de mayores costos de energía para mover el gas sucio a través del ciclón. Por lo general, el diseño del ciclón está determinado por una limitación especificada de caída de presión, en lugar de cumplir con alguna eficiencia de control especificada (Andriola, 1999; Perry, 1994).

De acuerdo con Vatavuk (1990), los ciclones de alta capacidad están garantizados solamente para remover partículas mayores de 20 μm, aunque en cierto grado ocurra la colección de partículas más pequeñas. Los rangos de eficiencia de control de los ciclones de alta capacidad son de 80 a 99 por ciento para MP; de 10 a 40 por ciento para MP_{10} y de 0 a 10 por ciento para $MP_{2.5}$. Se ha reportado que los multi-ciclones han alcanzado eficiencias de recolección de 80 a 95 porciento para partículas de 5 μm (*EPA*, 1998).

Tipo de Fuente Aplicable: Punto

Aplicaciones Industriales Típicas:

Los ciclones son diseñados para muchas aplicaciones. Generalmente, los ciclones por si solos no son adecuados para cumplir con las reglamentaciones más estrictas en materia de contaminación del aire, pero tienen un propósito importante como pre-limpiadores antes del equipo de control final más caro, tal como los precipitadores electrostáticos (PEs) o los filtros de tela. Además del uso en tareas de control de la contaminación, los ciclones se utilizan en muchas aplicaciones de proceso, como por ejemplo, para la recuperación y reciclado de productos alimenticios y materiales de proceso tales como los catalizadores. (Cooper, 1994).

Los ciclones se utilizan ampliamente después de operaciones de secado por aspersión en las industrias química y de alimentos y después de las operaciones de trituración, molienda y calcinación en las industrias química y de minerales para recolectar material útil o vendible. En la industria de metales ferrosos y no ferrosos, los ciclones se utilizan con frecuencia como primera etapa en el control de las emisiones de MP en plantas; *sinter* (plantas que crean una masa coherente por calentamiento sin fundición), *roasters* (un tipo horno para calentar material inorgánico con acceso al aire y efectuar un cambio sin fundir), *kilns* (tipo de hornos de calcinación, cuba o cochura). La MP preveniente de procesos de desintegración fluida, es removida por ciclones para facilitar el reciclado de los catalizadores. Las unidades industriales y comerciales de combustión que utilizan madera y/o combustibles fósiles, usan comúnmente ciclones múltiples (generalmente después de torres húmedas de absorción, PESs ó filtros de tela), los cuales recolectan la MP fina (< 2.5 μm), con mayor eficiencia que un solo ciclón. En algunos casos, las cenizas recolectadas son inyectadas de nuevo en la unidad de combustión para mejorar la eficiencia de control de MP (*AWMA*, 1992; Avallone, 1996; STAPPA/ALAPCO, 1996; *EPA*, 1998).

Características de la Corriente de Emisión:

a. **Flujo de aire:** Las velocidades típicas del flujo de gas para unidades de un solo ciclón son de 0.5 a 12 metros cúbicos por segundo a condiciones estándares (m^3/seg) (1,060 a 25,400 pies cúbicos por minuto a condiciones estándares (*standard cubic foot per minute* (*scfm*)). Los flujos en la parte alta de este rango y mayores (hasta aproximadamente 50 m^3/seg o 106,000 *scfm*), utilizan ciclones múltiples en paralelo. (Cooper, 1994). Hay unidades de un solo ciclón que se emplean en aplicaciones especializadas, las cuales tienen flujos desde 0.0005 m^3/seg (1.1 *scfm*) hasta 30 m^3/seg (63,500 *scfm*) aproximadamente (Wark, 1981; Andriola, 1999).

b. **Temperatura:** Las temperaturas del gas de entrada , están limitadas únicamente por los materiales de construcción de los ciclones y han sido operados a temperaturas tan altas como 540°C (1,000°F) (Wark, 1981; Perry, 1994).

c. **Carga de Contaminantes:** Las cargas típicas de contaminantes en el gas van de 2.3 a 230 gramos por metro cúbico a condiciones estándares (g/m^3), (1.0 a 100 granos por pié cúbico a condiciones estándares (gr/*scf*)) (Wark, 1981). En aplicaciones especializadas, estas cargas pueden ser tan altas como 16,000 g/m^3 (7,000 gr/*scf*) y tan bajas como l g/m^3 (0.44 gr/*scf*) (Avallone, 1996; Andriola, 1999).

d. **Otras Consideraciones:** Los ciclones trabajan más eficientemente con cargas de contaminantes más altas, siempre y cuando no se obstruyan. Generalmente, las cargas más altas de contaminantes se asocian a diseños para flujos más altos. (Andriola, 1999).

Requisitos para el Pre-tratamiento de las Emisiones:

Ningún pre-tratamiento es necesario para los ciclones.

Información de Costos:

Los siguientes son rangos de costos (expresados en dólares del 2002), para un solo ciclón convencional a condiciones típicas de operación, determinados utilizando una hoja de cálculo de la *EPA* para la estimación de costos (*EPA*, 1996), en base a la velocidad de flujo volumétrico de la corriente contaminada a tratar. Las razones de flujo mayores a aproximadamente 10sm^3 (21,200scfm), típicamente emplean multi-ciclones operando en paralelo. Con el fin de calcular la eficiencia de costos, en el ejemplo los flujos se suponen que están entre 0.5 y 12 sm^3/seg (1,060 y 25,400 *scfm*), la carga de MP a la entrada se supone que es aproximadamente entre 2.3 y 230 g/m^3 (1.0 y 100 gr/*scf*), y la eficiencia de control se supone que es del 90 por ciento. Los costos no incluyen los costos de transporte y disposición del material reunido. Los costos de capital pueden ser mayores que los de los rangos mostrados para aplicaciones en las que se requieren materiales caros. Como regla, las unidades más pequeñas para el control de corrientes contaminadas con bajas concentraciones de MP, resultarán más caras (por unidad de velocidad de flujo volumétrico y por cantidad de contaminante controlada), que una unidad grande que controla corrientes contaminadas con concentraciones altas de MP.

a. **Costo de Capital :** $4,600 a $7,400 por m^3/seg ($2.00 a $2.40 por *scfm*).

b. **Costo de Operación y Mantenimiento:** $1,500 a $18,000 por m^3/seg ($0.70 a $8.5 por *scfm*), anualmente.

c. **Costo Anualizado:** $2,800 a $29,000 por m^3/seg ($1.30 a $13.50 por *scfm*), anualmente.

d. **Eficiencia de Costo:** $0.47 a $440 por tonelada métrica ($0.43 a $400 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada de contaminante controlado por año.

Para flujos mayores a 10 m^3/seg (21,200 *scfm*), aproximadamente y hasta 50 m^3/seg (106,000 *scfm*), usualmente se utilizan ciclones múltiples operando en paralelo. Suponiendo un mismo rango de carga de contaminantes y una eficiencia de 90 por ciento, los siguientes rangos de costo (expresados en dólares al tercer trimestre de 1995), fueron determinados para ciclones múltiples, utilizando una hoja de cálculo de la *EPA* para estimación de costos (*EPA*, 1996), en base a la proporción del flujo volumétrico a la corriente contaminada tratada.

Teoría de la Operación:

Los ciclones utilizan la inercia para remover las partículas de la corriente del gas. Los ciclones imparten una fuerza centrífuga a la corriente de gas, normalmente en una cámara de forma cónica. Los ciclones operan creando un vórtice doble dentro del cuerpo del mismo. El gas que entra es forzado a bajar por el cuerpo del ciclón con movimiento circular cerca de la superficie del tubo del ciclón. En el fondo del ciclón, la dirección del gas se invierte y sube en espirales por el centro del tubo y sale por la tapa del ciclón. (*AWMA*, 1992).

APÉNDICE R

CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL TRABAJO.

Codificación 17, Registro Oficial Suplemento 167 de 16 de Diciembre del 2005.

4. La pérdida de un ojo, siempre que el otro no tenga acuidad visual mayor del cincuenta por ciento después de corrección por lentes;
5. La disminución de la visión en un setenta y cinco por ciento de lo normal en ambos ojos, después de corrección por lentes;
6. La enajenación mental incurable;
7. Las lesiones orgánicas o funcionales de los sistemas cardiovascular, digestivo, respiratorio, etc., ocasionadas por la acción mecánica de accidente o por alteraciones bioquímicas fisiológicas motivadas por el trabajo, que fueren declaradas incurables y que, por su gravedad, impidan al trabajador dedicarse en absoluto a cualquier trabajo; y,
8. La epilepsia traumática, cuando la frecuencia de la crisis y otros fenómenos no permitan al paciente desempeñar ningún trabajo, incapacitándole permanentemente.

Art. 361.- Disminución permanente.- Producen disminución permanente de la capacidad para el trabajo las lesiones detalladas en el cuadro valorativo de disminución de capacidad para el trabajo.

CONCORD:
* CODIGO DEL TRABAJO: **Art.** 432.

Art. 362.- Incapacidad temporal.- Ocasiona incapacidad temporal toda lesión curada dentro del plazo de un año de producida y que deja al trabajador capacitado para su trabajo habitual.

Ver SERVICIO DOMESTICO, Gaceta Judicial. Año LXXVIII. Serie XIII. No. 2. Pág. 319. (Quito, 17 de Febrero de 1978).

Capítulo III
De las enfermedades profesionales

Art. 363.- Clasificación.- Son enfermedades profesionales las siguientes:

1. ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS:

a. CARBUNCO: curtidores, cardadores de lana, pastores y peleteros, manipuladores de crin, cerda y cuernos;
b. MUERMO: cuidadores de ganado caballar;
c. ANQUILOSTOMIASIS: mineros, ladrilleros, alfareros, terreros, jardineros y areneros;
d. ACTINOMICOSIS: panaderos, molineros de trigo, cebada, avena, centeno y campesinos;
e. LEISHMANIOSIS: leñadores de las regiones tropicales;

f. SIFILIS: sopladores de vidrio (accidente primitivo: chancro bucal), médicos, enfermeras, mozos de anfiteatro (en las manos);

g. ANTRACOSIS: carboneros, fogoneros del carbón mineral;

h. TETANOS: caballerizos, carniceros y cuidadores de ganado;

i. SILICOSIS: mineros (de las minas de minerales y metales), canteros, caleros, obreros de las fábricas de cemento, afiladores y albañiles, areneros, trabajadores de fábricas de porcelana;

j. TUBERCULOSIS: médicos, enfermeras, mozos de anfiteatro, carniceros, mineros, trabajadores del aseo de calles y saneamiento del municipio; de los servicios asistenciales de tuberculosis; de los departamentos de higiene y salubridad, sean del Estado, o de cualquier otra entidad de derecho público, o de derecho privado con finalidad social o pública, o particulares; de la industria textil y de las piladoras;

k. SIDEROSIS: trabajadores del hierro;

l. TABACOSIS: trabajadores en la industria del tabaco;

ll. OTRAS CONIOSIS: carpinteros, obreros de la industria del algodón, lana, yute, seda, pelo y plumas, limpiadores al soplete, pintores y aseadores que usan aire a presión;

m. DERMATOSIS: cosecheros de caña, vainilleros, hiladores de lino, jardineros;

n. DERMITIS CAUSADA POR AGENTES FISICOS:

CALOR: herreros, fundidores, obreros del vidrio;
FRIO: obreros que trabajan en cámaras frías;

Radiaciones solares: trabajador al aire libre;
Radiaciones eléctricas: rayos X;
Radiaciones minerales: radio;

ñ. OTRAS DERMITIS: manipuladores de pinturas de colorantes vegetales a base de sales metálicas y de anilinas; cocineras, lavaplatos, lavanderas, mineros, blanqueadores de ropa; especieros, fotógrafos, albañiles, canteros, manipuladores de cemento, ebanistas, barnizadores, desengrasadores de trapo, bataneros, blanqueadores de tejido por medio de vapores de azufre, curtidores de pieles en blanco, hiladores y colectores de lana, fabricantes de cloro por descomposición eléctrica del cloruro de sodio, manipuladores del petróleo y de la gasolina;

o. INFLUENCIA DE OTROS AGENTES FISICOS EN LA PRODUCCION DE ENFERMEDADES:

Humedad: en los individuos que trabajan en lugares que tengan mucha agua, por ejemplo, los sembradores de arroz;

El aire comprimido y confinado: buzos, mineros, trabajadores en lugares mal ventilados, independientemente de aquellos lugares donde se producen gases nocivos;

p. FIEBRE TIFOIDEA, TIFUS EXANTEMATICO, VIRUELA, PESTE BUBONICA, FIEBRE AMARILLA Y DIFTERIA, para los empleados de sanidad y médicos y enfermeros de Salud Pública.

2. ENFERMEDADES DE LA VISTA Y DEL OIDO:

a. OFTALMIA ELECTRICA: trabajadores en soldaduras autógena, electricistas;
b. OTRAS OFTALMIAS PRODUCIDAS: trabajadores en altas temperaturas, hojalateros, herreros, etc.;
c. ESCLERORIS DEL OIDO MEDIO: Limadores de cobre, trituradores de minerales.

3. OTRAS AFECCIONES:

a. HIGROMA DE LA RODILLA: trabajadores que laboran habitualmente hincados;
b. CALAMBRES PROFESIONALES: escribientes, pianistas, violinistas y telegrafistas;
c. DEFORMACIONES PROFESIONALES: zapateros, carpinteros, albañiles;
d. AMONIACO: letrineros, mineros, fabricantes de hielo y estampadores;
e. ACIDO FLUORHIDRICO: grabadores;
f. VAPORES CLOROSOS: preparación del cloruro de calcio, trabajadores en el blanqueo, preparación de ácido clorhídrico, del cloruro, de la sosa;
g. ANHIDRIDO SULFUROSO: fabricantes de ácido sulfúrico, tintoreros, papeleros de colores y estampadores:
h. OXIDO DE CARBONO: caldereros, fundidores de minerales y mineros;
i. ACIDO CARBONICO: los mismos obreros que para el óxido de carbono, y además, poceros y letrineros;
j. ARSENICO: arsenisismo: obreros de las plantas de arsénico, de las fundiciones de minerales, tintoreros y demás manipuladores del arsénico;
k. PLOMO: saturnismos: pintores que usan el albayalde, impresores y manipuladores del plomo y sus derivados:
l. MERCURIO: hidrargirismo: mineros de las minas de mercurio y demás manipuladores del mismo metal;
ll. HIDROGENO SULFURADO: mineros, algiberos, albañaleros, los obreros que limpian los hornos y las tuberías industriales, las retortas y los gasómetros, vinateros;
m. VAPORES NITROSOS: estampadores;

n. SULFURO DE CARBONO: vulcanizadores de caucho, extracción de grasas y aceites;

ñ. ACIDO CIANHIDRICO: mineros, fundidores de minerales, fotógrafos, tintoreros en azul;

o. ESENCIAS COLORANTES, HIDROCARBUROS: fabricantes de perfumes;

p. CARBURO DE HIDROGENO: destilación del petróleo, preparación de barnices y todos los usos del petróleo y sus derivados: mineros de las minas de carbón, petroleros, choferes, etc.;

q. CROMATOS Y BICROMATOS ALCALINOS: en las fábricas de tinta y en las tintorerías, en la fabricación de explosivos, pólvora, fósforos suecos, en la industria textil para la impermeabilidad de los tejidos; y,

r. CANCER EPITELIAL: provocado por la parafina, alquitrán y sustancias análogas.

Ver ENFERMEDADES PROFESIONALES, Gaceta Judicial. Año LXIX. Serie X. No. 11. Pág. 3547. (Quito, 31 de Enero de 1966).

Art. 364.- Otras enfermedades profesionales.- Son también enfermedades profesionales aquellas que así lo determine la Comisión Calificadora de Riesgos, cuyo dictamen será revisado por la respectiva Comisión Central. Los informes emitidos por las comisiones centrales de calificación no serán susceptibles de recurso alguno.

Capítulo IV
De las indemnizaciones

Parágrafo 1ro.
De las indemnizaciones en caso de accidente

Art. 365.- Asistencia en caso de accidente.- En todo caso de accidente el empleador estará obligado a prestar, sin derecho a reembolso, asistencia médica o quirúrgica y farmacéutica al trabajador víctima del accidente hasta que, según el dictamen médico, esté en condiciones de volver al trabajo o se le declare comprendido en alguno de los casos de incapacidad permanente y no requiera ya de asistencia médica.

Art. 366.- Aparatos de prótesis y ortopedia.- El empleador estará obligado a la provisión y renovación normal de los aparatos de prótesis y ortopedia, cuyo uso se estime necesario en razón de la lesión sufrida por la víctima.

Art. 367.- Cálculo de indemnizaciones para el trabajador no afiliado al IESS.- Todas las normas que para el cálculo de indemnizaciones contienen los artículos 369, 370, 371, 372 y 373 de este Código, sustitúyense, en lo que fueren aplicables con las leyes, reglamentos y más disposiciones legales, que para el efecto estuvieren vigentes en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, al momento de producirse el accidente, siempre y cuando el trabajador accidentado no estuviere afiliado y por lo tanto no gozare de las prestaciones de dicho Instituto.

Art. 368.- Presunción del lugar de trabajo.- Para efectos de la percepción de las indemnizaciones por accidente de trabajo o muerte de un trabajador no afiliado al IESS, se considerará como ocurridos estos hechos en sus lugares de trabajo, desde el momento en que el trabajador sale de su domicilio con dirección a su lugar de trabajo y viceversa, esto último según reglamentación. Se calcularán dichas indemnizaciones de la misma manera como si se tratare de un trabajador afiliado al IESS.

Art. 369.- Muerte por accidente de trabajo.- Si el accidente causa la muerte del trabajador y ésta se produce dentro de los ciento ochenta días siguientes al accidente, el empleador está obligado a indemnizar a los derechohabientes del fallecido con una suma igual al sueldo o salario de cuatro años.

Si la muerte debida al accidente sobreviene después de los ciento ochenta días contados desde la fecha del accidente, el empleador abonará a los derechohabientes del trabajador las dos terceras partes de la suma indicada en el inciso anterior.

Si por consecuencia del accidente el trabajador falleciere después de los trescientos sesenta y cinco días, pero antes de dos años de acaecido el accidente, el empleador deberá pagar la mitad de la suma indicada en el inciso primero.

En los casos contemplados en los dos incisos anteriores el empleador podrá eximirse del pago de la indemnización, probando que el accidente no fue la causa de la defunción, sino otra u otras supervinientes extrañas al accidente.

Si la víctima falleciere después de dos años del accidente no habrá derecho a reclamar la indemnización por muerte, sino la que provenga por incapacidad, en el caso de haber reclamación pendiente.

Ver MUERTE POR ACCIDENTE DE TRABAJO, Gaceta Judicial. Año LIX. Serie 8. No. 11. Pág. 1044. (Quito, 9 de Junio de 1956).

Art. 370.- Indemnización por incapacidad permanente.- Si el accidente hubiere ocasionado incapacidad absoluta y permanente para todo trabajo, la indemnización consistirá en una cantidad igual al sueldo o salario total de cuatro años, o en una renta vitalicia equivalente a un sesenta y seis por ciento de la última renta o remuneración mensual percibida por la víctima.

Art. 371.- Indemnización por disminución permanente.- Si el accidente ocasionare disminución permanente de la capacidad para el trabajo, el empleador estará obligado a indemnizar a la víctima de acuerdo con la proporción establecida en el cuadro valorativo de disminución de capacidad para el trabajo.

Los porcentajes fijados en el antedicho cuadro se computarán sobre el importe del sueldo o salario de cuatro años. Se tomará el tanto por ciento que corresponda entre el máximo y el mínimo fijados en el cuadro, teniendo en cuenta la edad del trabajador, la importancia de la incapacidad y si ésta es absoluta para el ejercicio de la profesión habitual, aunque quede habilitado para dedicarse a otro trabajo, o si simplemente han disminuido sus aptitudes para el desempeño de aquella.

Se tendrá igualmente en cuenta si el empleador se ha preocupado por la reeducación profesional del trabajador y si le ha proporcionado miembros artificiales ortopédicos.

Si el trabajador accidentado tuviere a su cargo y cuidado tres o más hijos menores o tres o más hijas solteras, se pagará el máximo porcentaje previsto en el cuadro valorativo.

CONCORD:
* CODIGO DEL TRABAJO: **Art.** 432.

Art. 372.- Modificación de los porcentajes.- Los porcentajes fijados en el cuadro valorativo de disminución de capacidad para el trabajo sufrirán las modificaciones establecidas en los artículos 374, 385 y 398 de este Código.

CONCORD:
* CODIGO DEL TRABAJO: **Art.** 432.

Art. 373.- Indemnización por incapacidad temporal.- La indemnización por incapacidad temporal será del setenta y cinco por ciento de la remuneración que tuvo el trabajador al momento del accidente y no excederá del plazo de un año, debiendo ser entregada por semanas o mensualidades vencidas, según se trate de obrero o de empleado.

Si a los seis meses de iniciada una incapacidad no estuviere el trabajador en aptitud de volver a sus labores, él o su empleador podrán pedir que, en vista