

## **10. ANEXOS**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION".**

GUSTAVO OLAIZ FERNANDEZ, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. fracción XIV, 13 apartado A fracción I, 118 fracción II y 119 fracción II de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción I y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 218, 224, 227 y demás aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y.

## INDICE

0. INTRODUCCION
1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
2. REFERENCIAS
3. DEFINICIONES
4. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AGUA
5. TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA
6. BIBLIOGRAFIA
7. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
8. OBSERVANCIA DE LA NORMA
9. VIGENCIA

### 0. Introducción

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

### 1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados e cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

### 2. Referencias

NOM-008-SCF1-1993 "Sistema General de Unidades de Medida".

### 3. Definiciones

3.1 Ablandamiento: Proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

3.2 Adsorción: Remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

**3.3 Agua para uso y consumo humano:** Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

**3.4 Características bacteriológicas:** Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.

**3.5 Características físicas y organolépticas:** Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

**3.6 Características químicas:** Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

**3.7 Características radiactivas:** Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.

**3.8 Coagulación química:** Adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

**3.9 Contingencia:** Situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la salud humana.

**3.10 Desinfección:** Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

**3.11 Filtración:** Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

**3.12 Floculación:** Aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

**3.13 Intercambio iónico:** Proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

**3.14 Límite permisible:** Concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

**3.15 Neutralización:** Ajuste del pH, mediante la adición de agentes químicos básicos o ácidos al agua en su caso, con la finalidad de evitar incrustación o corrosión de materiales que puedan afectar su calidad.

**3.16 Osmosis inversa:** Proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

**3.17 Oxidación:** Introducción de oxígeno en la molécula de ciertos compuestos para formar óxidos.

**3.18 Potabilización:** Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

**3.19 Precipitación:** Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas sedimentables del agua, por efecto gravitacional.

**3.20 Sistema de abastecimiento: Conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.**

#### **4. Límites permisibles de calidad del agua**

##### **4.1 Límites permisibles de características bacteriológicas**

**El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.**

**Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes biológicos nocivos a la salud a investigar.**

**TABLA 1**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
<b>Organismos coliformes totales</b>	<b>2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml</b>
<b>Organismos coliformes fecales</b>	<b>No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml</b>

**Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.**

##### **4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas**

**Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.**

**TABLA 2**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
<b>Color</b>	<b>20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.</b>
<b>Olor y sabor</b>	<b>Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).</b>
<b>Turbiedad</b>	<b>5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.</b>

##### **4.3 Límites permisibles de características químicas**

**El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.**

**TABLA 3**

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

#### 4.4 Límites permisibles de características radiactivas

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

**TABLA 4**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
<b>Radiactividad alfa global</b>	<b>0.1</b>

## **5. Tratamientos para la potabilización del agua**

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua enlistados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

### **5.1 Contaminación biológica**

**5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus.-** Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta.

### **5.2 Características físicas y organolépticas**

**5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad.-** Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, adsorción en carbón activado u oxidación.

### **5.3 Constituyentes químicos**

**5.3.1 Arsénico.-** Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.-** Intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.3 Cloruros.-** Intercambio iónico, ósmosis inversa o destilación.

**5.3.4 Dureza.-** Ablandamiento químico o intercambio iónico.

**5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos.-** Adsorción en carbón activado u oxidación con ozono

**5.3.6 Hierro y/o manganeso.-** Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

**5.3.7 Fluoruros.-** Ósmosis inversa o coagulación química.

**5.3.8 Materia orgánica.-** Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.

**5.3.9 Mercurio.-** Proceso convencional: coagulación-floculación-precipitación-filtración, cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Procesos especiales: en carbón activado granular y ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l; con carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.

**5.3.10 Nitratos y nitritos.-** Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos.

**5.3.11 Nitrógeno amoniacal.-** Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.

**5.3.12 pH (potencial de hidrógeno).-** Neutralización.

**5.3.13 Plaguicidas.- Adsorción en carbón activado granular.**

**5.3.14 Sodio.- Intercambio iónico.**

**5.3.15 Sólidos disueltos totales.- Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.**

**5.3.16 Sulfatos.-Intercambio iónico u ósmosis inversa.**

**5.3.17 Sustancias activas al azul de metileno.- Adsorción en carbón activado.**

**5.3.18 Trihalometanos.- Aireación u oxidación con ozono y adsorción en carbón activado granular.**

**5.3.19 Zinc.- Destilación o intercambio iónico.**

**5.3.20 En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, se deben coordinar con la autoridad sanitaria competente, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas involucrados en la contingencia, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población.**

## **6. Bibliografía**

**6.1 "Desinfección del Agua". Oscar Cáceres López. Lima, Perú. Ministerio de Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1990.**

**6.2 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1985.**

**6.3 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana de la Salud. 1987.**

**6.4 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas". Proyecto de Revisión. SECOFI. 1992.**

**6.5 "Guide to Selection of Water Treatment Processes". Carl L. Hamann Jr., P.E. J. Brock Mc. Ewen, P.E. Anthony G. Meyers, P.E.**

**6.6 "Ingeniería Ambiental". Revista No. 23. Año 7. 1994.**

**6.7 "Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública". Francisco Unda Opazo. UTEHA 1969.**

**6.8 "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley. 1971.**

**6.9 "Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano". Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud. 1987.**

**6.10 "Integrated Design of Water Treatment Facilities". Susumu Kawamura. John Willey and Sons, Inc. 1991.**

**6.11 "Manual de Normas de Calidad para Agua Potable". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.**

**6.12 "Manual de Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras". Secretaria de Asentamientos**

**Humanos y Obras Públicas. 1979.**

**6.13 "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios". Diario Oficial de la Federación. 18 de enero de 1988.**

**6.14 "Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". IPS. International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1991**

**6.15 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". Volume 1. Recommendations. World Health Organization. 1992.**

**6.16 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality": Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Chapter 1: Microbiological Aspects. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1992.**

#### **7. Concordancia con normas internacionales**

**Al momento de la emisión de esta Norma no se encontró concordancia con normas internacionales.**

#### **8. Observancia de la Norma**

**Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano.**

**La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.**

#### **9. Vigencia**

**La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.**

**Sufragio Efectivo. No Reelección.**

**México, D.F., a 30 de noviembre de 1995.- El Director General de Salud Ambiental, Gustavo Olaiz Fernández.- Rúbrica.**

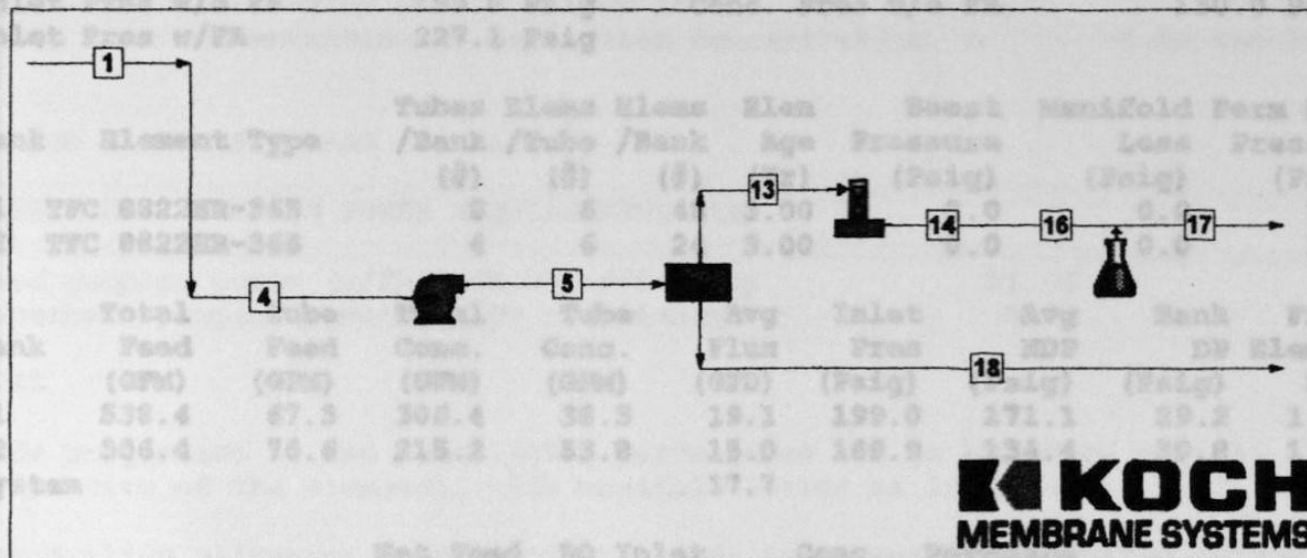


Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benitez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

PROJECT SUMMARY PASS 1

PROCESS FLOW DIAGRAM



RO Recovery [13/4] = 60.0%      Overall System Rec [17/(4+15)] = 60.0%  
 Design Temperature = 68.0 Deg F

PASS 1  
 Array Recovery [13/4] = 60.0%  
 Element Age = 3.00 Years  
 Fouling Allowance (FA) = 15.0%

Bank Element Type	Tubes /Bank	Elems /Tube	Avg Flux (GFD)
1 TFC 8822HR-365	8	6	19.1
2 TFC 8822HR-365	4	6	15.0
<b>System/Pass Total</b>			<b>17.7</b>

Stream	Pressure (Psig)	Flow Rate (USGPM)	TDS 180C (mg/L)	Hardness (CaCO3) (mg/L)	Chloride (mg/L)
1	0.0	538.4	330.26	99.4	30.1
4	0.0	538.4	330.26	99.4	30.1
5	227.1	538.4	330.31	99.4	30.1
13 (180 C)	10.0	323.0	3.00	0.5	0.2
14	0.0	323.0	3.00	0.5	0.2
16	0.0	323.0	3.00	0.5	0.2
17	0.0	323.0	4.83	0.5	0.2
18	158.1	215.4	821.64	247.7	74.9

Membrane data file version: Jul-07-2001  
 Please review the Design Notes & Warnings page attached.  
 Concentrate exceeds solubility limit - see warnings sheet.

Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benitez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

ARRAY SUMMARY - PASS 1

Permeate Flow 323.0 USGPM Temp (Design/Avg) 68.0/ 68.0 Deg F  
 Pass Recovery 60.0 % Fouling Allowance (FA) 15.0 %  
 Inlet Pres w/o FA 199.0 Psig Conc. Pres w/o FA 130.0 Psig  
 Inlet Pres w/FA 227.1 Psig

Bank	Element Type	Tubes /Bank	Elms /Tube	Elms /Bank	Elem Age (Yr)	Boost Pressure (Psig)	Manifold Loss (Psig)	Perm Back Pressure (Psig)
1	TFC 8822HR-365	8	6	48	3.00	0.0	0.0	10.0
2	TFC 8822HR-365	4	6	24	3.00	0.0	0.0	10.0

Bank	Total Feed (GPM)	Tube Feed (GPM)	Total Conc. (GPM)	Tube Conc. (GPM)	Avg Flux (GFD)	Inlet Pres (Psig)	Avg NDP (Psig)	Bank DP (Psig)	Final Element Beta
1	538.4	67.3	306.4	38.3	19.1	199.0	171.1	29.2	1.075
2	306.4	76.6	215.2	53.8	15.0	169.9	134.4	39.8	1.040
System					17.7				

Stream Number	Net Feed (mg/L)	RO Inlet (mg/L)	Conc. (mg/L)	Permeate (mg/L)
4		5	18	13
Ca++	28.10	28.10	70.02	0.15
Mg++	7.10	7.10	17.69	0.04
Na+	54.00	54.00	134.12	0.59
K+	0.00	0.00	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr++	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba++	0.01	0.01	0.02	0.00
Fe++	0.04	0.04	0.10	0.00
Mn++	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3--	0.00	0.08	0.20	0.00
HCO3-	123.50	123.44	306.53	1.88
SO4--	66.20	66.20	165.02	0.32
Cl-	30.10	30.10	74.90	0.23
NO3-	0.00	0.00	0.00	0.00
F-	0.55	0.55	1.37	0.00
SiO2	83.50	83.50	207.63	0.75
CO2	27.11	27.09	27.09	26.73
Sum of Ions	393.10	393.12	977.61	3.96
TDS (180 C)	330.26	330.31	821.64	3.00
pH	6.90	6.90	7.29	5.09
Hardness (as CaCO3)	99.41	99.41	247.73	0.53
Osm Pressure (Psig)	2.13	2.13	5.30	0.02
Langlier Index	-1.32	-1.32	-0.09	-7.34
Stiff-Davis Index	---	---	---	---

Membrane data file version: Jul-27-2001  
 Please review the Design Notes & Warnings page attached.  
 Concentrate exceeds solubility limit - see warnings sheet.

Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benitez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

**FEED STREAM SUMMARY**

Stream Name	Type	Percent of Flow Rate Total	Stream Flow Rate (USGPM)	Temperature Design (Deg F)	Temperature Average (Deg F)
1 Feed 1 Bypass	Well Water	100.0	538	68.0	68.0
2 Feed 2 Bypass	Other	0.0	0	77.0	77.0
3 Feed 3 Bypass	Other	0.0	0	77.0	77.0
4 Net Feed	Other	100.0	538	68.0	68.0
5 Treated Feed	Other	100.0	538	68.0	68.0

**CHEMICAL ADDITION**

No Chemical Treating

**FEED STREAM COMPOSITIONS**

Stream Number	1	2	3	4	5
Concentration (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Ca++	28.10	0.00	0.00	28.10	28.10
Mg++	7.10	0.00	0.00	7.10	7.10
Na+	54.00	0.01	0.01	54.00	54.00
K+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba++	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Fe++	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04
Mn++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
HCO3-	123.50	0.01	0.01	123.50	123.44
SO4--	66.20	0.00	0.00	66.20	66.20
Cl-	30.10	0.00	0.00	30.10	30.10
NO3-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F- (180 C)	0.55	0.00	0.00	0.55	0.55
SiO2	83.50	0.00	0.00	83.50	83.50
CO2 (as CaCO3)	27.11	0.00	0.00	27.11	27.09
Sum of Ions	393.10	0.02	0.02	393.10	393.12
TDS (180 C)	330.26	0.01	0.01	330.26	330.31
pH	6.90	7.00	7.00	6.90	6.90
Hardness (as CaCO3)	99.41	0.00	0.00	99.41	99.41
Osm Pressure (Psig)	2.13	0.00	0.00	2.13	2.13
Langlier Index	-1.32	-7.00	-7.00	-1.32	-1.32
Stiff-Davis Index	---	---	---	---	---

Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benitez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

**BYPASS STREAM SUMMARY**

Stream Name	Type	Stream Flow Rate (GPM)	Percent of Total	Stream Flow Rate (USGPM)	Temperature Design (Deg F)	Temperature Average (Deg F)
1A Feed 1 Bypass	Well Water	58.0	---	58.0	0	68.0
2A Feed 2 Bypass	Other	323	---	323	0	77.0
3A Feed 3 Bypass	Other	0	---	0	0	77.0
15 Feed Bypass	Other	323	---	323	0	77.0
Treated Product		323	---	323		

**BYPASS STREAM COMPOSITIONS**

Stream Number	1A	2A	3A	15
Concentration (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Ca++	28.10	0.00	0.00	0.00
Mg++	7.10	0.00	0.00	0.00
Na+	54.00	0.01	0.01	0.00
K+	0.00	0.00	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr++	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba++	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.04	0.00	0.00	0.00
Mn++	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3--	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3-	123.50	0.01	0.01	0.00
SO4--	66.20	0.00	0.00	0.00
Cl-	30.10	0.00	0.00	0.00
NO3-	0.00	0.00	0.00	0.00
F-	0.55	0.00	0.00	0.00
SiO2	83.50	0.00	0.00	0.00
CO2	27.11	0.00	0.00	0.00
Sum of Ions	393.10	0.02	0.02	0.00
TDS (180 C)	330.26	0.01	0.01	0.00
pH	6.90	7.00	7.00	7.00
Hardness (as CaCO3)	99.41	0.00	0.00	0.00
Osm Pressure (Psig)	2.13	0.00	0.00	0.00
Langlier Index	-1.32	-7.00	-7.00	-7.00
Stiff-Davis Index	---	---	---	---

Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benítez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

### PRODUCT STREAM SUMMARY

Stream Name	Inlet Pressure (Psig)	Stream Flow Rate (USGPM)	Temperature		Value	Sets	Permeate TDS (mg/L)
			Design (Deg F)	Average (Deg F)			
13 Permeate		323	68.0	68.0			
14 Stripped Permeate		323	68.0	77.0	-0.018	1.054	2.1
15 Feed Bypass		0	77.0	77.0	-0.018	1.057	2.4
16 Blended Product		323	68.0	77.0	-0.018	1.060	2.6
17 Treated Product		323	68.0	77.0	-0.018	1.064	2.9
Avg			171.1	19.1	-0.018	1.058	2.8

### CHEMICAL ADDITION

10.7 lb/day of 50% Sodium Hydroxide (NaOH) is required to achieve the target pH in stream [17].

### PRODUCT STREAM COMPOSITIONS

Stream Number	13	14	15	16	17
Concentration (mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
Ca++	0.15	0.15	0.00	0.15	0.15
Mg++	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04
Na+	0.59	0.59	0.00	0.59	1.38
K+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH4+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CO3--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO3-	1.88	1.88	0.00	1.88	3.98
SO4--	0.32	0.32	0.00	0.32	0.32
Cl-	0.23	0.23	0.00	0.23	0.23
NO3-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO2	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75
CO2	26.73	5.00	0.00	5.00	3.48
Sum of Ions	3.96	3.96	0.00	3.96	6.86
TDS (180 C)	3.00	3.00	0.00	3.00	4.83
pH	5.09	5.82	7.00	5.82	6.30
Hardness (as CaCO3)	0.53	0.53	0.00	0.53	0.53
Osm Pressure (Psig)	0.02	0.02	0.00	0.02	0.05
Langlier Index	-7.34	-6.61	-7.00	-6.61	-5.79
Stiff-Davis Index	---	---	---	---	---

Project: Tesis  
 Prepared By: Alejandro Benitez Villegas

Description:  
 Type: Single Pass Design

ELEMENT BY ELEMENT DATA - PASS 1

Bank	Element	Inlet Pressure (Psig)	Diff Pressure (Psig)	Element NDP (Psig)	Element Flux GFD	n Value	Beta	Permeate TDS (mg/L)
1	1	199.0	6.6	183.4	20.6	-0.018	1.054	2.1
1	2	192.4	5.8	177.0	19.9	-0.018	1.057	2.4
1	3	186.6	5.1	171.3	19.3	-0.018	1.060	2.6
1	4	181.5	4.5	166.2	18.7	-0.018	1.064	2.9
1	5	177.0	3.9	161.7	18.2	-0.018	1.069	3.3
1	6	173.1	3.3	157.8	17.7	-0.018	1.075	3.8
	<b>Avg</b>			171.1	19.1	-0.018	1.063	2.9
2	1	169.9	8.2	151.8	17.1	-0.017	1.038	4.0
2	2	161.7	7.5	143.7	16.1	-0.017	1.039	4.4
2	3	154.2	6.9	136.3	15.3	-0.017	1.039	4.8
2	4	147.3	6.3	129.5	14.5	-0.017	1.039	5.3
2	5	141.0	5.7	123.2	13.8	-0.016	1.039	5.8
2	6	135.3	5.3	117.4	13.2	-0.016	1.040	6.3
	<b>Avg</b>			134.4	15.0	-0.017	1.039	5.1

Thank you for your message on 24 August 2000. I have reviewed the feed water analysis as requested. My answers to your questions are:

1. This feed water will pose a problem for reverse osmosis membrane elements. This is primarily due to the level of oil and grease (11 ppm). In order to successfully use membranes, the concentration of oil and grease must be reduced to less than 0.1 ppm.
2. The concentration of oil and grease in the feed water could be reduced using ultrafiltration membranes where the membrane is PVDF. FilmTec does not manufacture these membranes, so I cannot tell you how successful they could be in this application.
3. The rejection of the metals will depend on the anions as well as pH. Generally, rejection would be:

- As > 90%
- CN > 99% (pH 11)
- PO4 > 99%
- Hg > 80%
- Cr > 90%
- Cu > 95%
- Fe > 99%
- Ca > 99%
- Na > 99%
- Mg > 99%
- Cl > 99%
- SO4 > 99%
- Zn > 95%

Post-It® Transmisión por Fax 7571

PARADO	ING. Alejandro Benitez Villegas
CLUB/INSTITUCION	UNIVERSIDAD DE ABOGADOS
CELEBRACION/FECHA	15/08/2000
FAX	348-7525

Sincerely,

Scott S. Beardaley  
 Development Leader

De: Beardsley, Scott (SS)  
 Para: 'Ing. Jose Luis Castro Govea' <jlvtas@infosel.net.mx>  
 CC: Powers, Brian (BJ)  
 Fecha: Viernes, 25 de Agosto de 2000 08:16 a.m.  
 Asunto: FEED WATER ANALYSIS

---

Minneapolis, Minnesota  
 25 August 2000

Dear Jose Luis,

Thank you for your message on 24 August 2000. I have reviewed the feed water analysis as requested. My answers to your questions are:

1. This feed water will pose a problem for reverse osmosis membrane elements. This is primarily due to the level of oil and grease (11 ppm). In order to successfully use membranes, the concentration of oil and grease must be reduced to less than 0.1 ppm.
2. The concentration of oil and grease in the feed water could be reduced using ultrafiltration membranes where the membrane is PVDF. FilmTec does not manufacture these membranes, so I cannot tell you how successful they could be in this application.
3. The rejection of the metals will depend on the anions as well as pH. Generally, rejection would be:

- As > 90%
- CN > 99% (pH 11)
- PO4 > 99%
- Hg > 80%
- Cr > 90%
- Cu > 95%
- Fe > 99%
- Ca > 99%
- Na > 99%
- Mg > 99%
- Cl > 99%
- SO4 > 99%
- Zn > 95%

Post-it <sup>®</sup> Transmisión por Fax 7671		FECHA/ DATE	Nº DE PÁGINAS/ # OF PAGES
PARA/TO Ing. Alejandro Benito		DE/FROM Ing. Jose Luis Castro	
C/COMPANÍA/CO.		C/COMPANÍA/CO. INDUSTRIAS ISLAS	
DEPARTAMENTO/DEPT		TELÉFONO/FAX Nº	
FAX 248-7525		FAX	

Sincerely,

Scott S. Beardsley  
 Development Leader

## CONTAMINANTES NO INCLUIDOS EN EL PROGRAMA DE COMPUTADORA

Calidad de agua despues de filtrarse y que pasa en cada sistema de ósmosis inversa

Este cálculo se realizó porque estos contaminantes no están incluidos en el programa de computadora editado por Koch Membrane Systems, Inc. Roprg 7.0-CP

Flujo de entrada            33.965 lps  
 Flujo de rechazo           13.590 lps  
 Flujo de permeado        20.375 lps

	entrada mg/L	entrada mg/s	efic. de rechazo	rechazo mg/s	rechazo mg/L	efic. de permeado	permeado mg/s	permeado mg/L
Arsénico (1)	0.070	2.378	0.90	2.140	0.157	0.10	0.238	0.012
Mercurio (1)	0.002	0.068	0.80	0.054	0.004	0.20	0.014	0.001
Fierro (1)	0.040	1.359	0.99	1.345	0.099	0.01	0.014	0.001
Zinc (1)	0.030	1.019	0.95	0.968	0.071	0.05	0.051	0.003
Plomo (2)	0.030	1.019	0.90	0.917	0.067	0.10	0.102	0.005
Cobre (1)	0.014	0.476	0.95	0.452	0.033	0.05	0.024	0.001

(1) Scott S. Beardsley, Development Leader, Minneapolis, Minnesota, 25 de agosto del 2000; anexo inmediato anterior

(2) SMPTE Journal, november 1980, vol. 89, No 11. The application of reverse osmosis to recover photographic processing wastes, by Donald C. Brant



# Cleaver Brooks

## CUIDADOS

### QUE DEBERAN TENERSE EN EL AGUA DE ALIMENTACION DE SU CALDERA

SELMEC, en representación del fabricante de su caldera desea llamar su atención en el problema del agua de alimentación de su caldera y su tratamiento.

El tratamiento de agua para calderas significa algo más que prevención de corrosión e incrustaciones; en realidad incluye el tipo y control de tratamiento químico; métodos adecuados, seguros y aceptables para regular purgas en la caldera, precalentamiento y pretratamiento de agua cruda, etc.

El análisis, supervisión y control del tratamiento, deberá ser manejado por un OPERADOR ESPECIALIZADO de ustedes o un SERVI-

CIO QUIMICO ESPECIALIZADO de prestigio que utilice equipos modernos y CONOCIMIENTOS DE ACTUALIDAD.

La comprobación de cualquier tratamiento es la continua observación de su efectividad en el lado del agua de la caldera; inspecciones regulares del interior de su caldera, DEBEN SER parte del programa de mantenimiento.

Prácticas recomendables para ser observadas en el agua de su caldera y límites que no deben exceder bajo ninguna circunstancia:

	Valor aceptable	Valor limite
Sólidos totales disueltos	800 p.p.m.	2,000 p.p.m.
Alcalinidad total	150 p.p.m.	700 p.p.m.
Dureza	0 p.p.m.	0 p.p.m.
Sólidos en suspensión	30 p.p.m.	125 p.p.m.
Silíce	80 p.p.m.	325 p.p.m.
Aceite, materia orgánica, etc.	2 p.p.m.	7 p.p.m.
Oxígeno	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.
Bióxido de carbono	10-20 p.p.m.	70 p.p.m.

Los valores anteriores corresponden a caldera cuya presión de operación es menor a 21 Kg /cm<sup>2</sup> (300 lb/pulg<sup>2</sup>)

CUALQUIER CALDERA QUE SE LE SUMINISTRE AGUA QUE NO CUMPLA CON ESTAS CONDICIONES ESTA FUERA DE GARANTIA.

ATENTAMENTE **SELMEC** DEPTO. DE CALDERAS

REFACCIONES Y SERVICIO

**SOCIEDAD ELECTROMECHANICA, S. A. DE C. V.**

Manuel Ma. Contreras 25, Mexico 4, D. F. Tel: 566-36-00 Telex-SELMEC-MEX-017-71-137

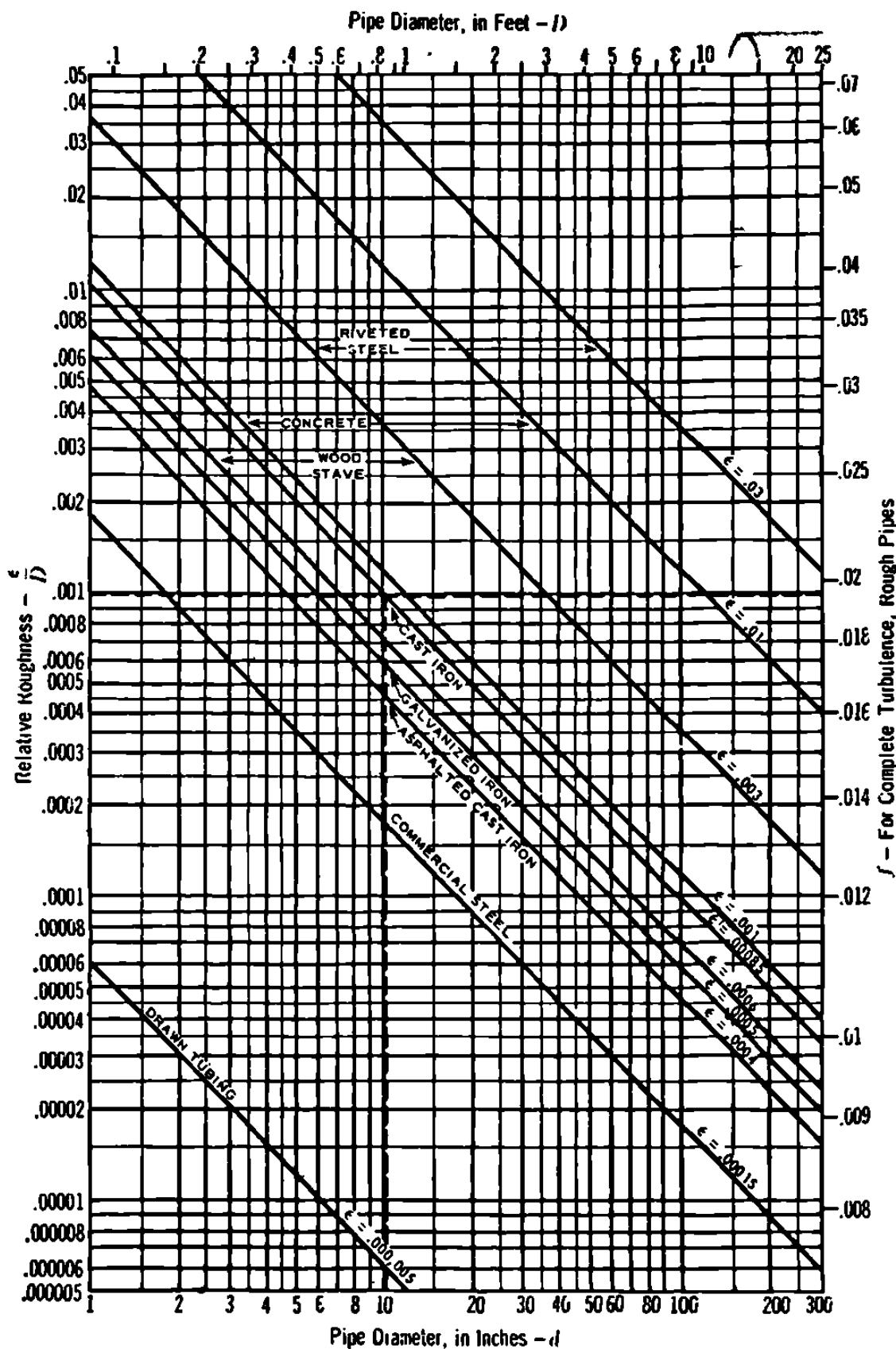
**SELMEC GUADALAJARA**

Ave. López Mateos Sur Nos. 720 y 724, Guadalajara, Jal. Tels.: 21-18-83, 21-18-94 y 21-45-12 Telex-SELMEC-GUA-068-2872

**SELMEC MONTERREY**

Ave. Colón 1101 Cte. Monterrey, N. L. Tels.: 74-88-72, 74-89-24 y 74-88-19 Telex-SELMOME-038-701

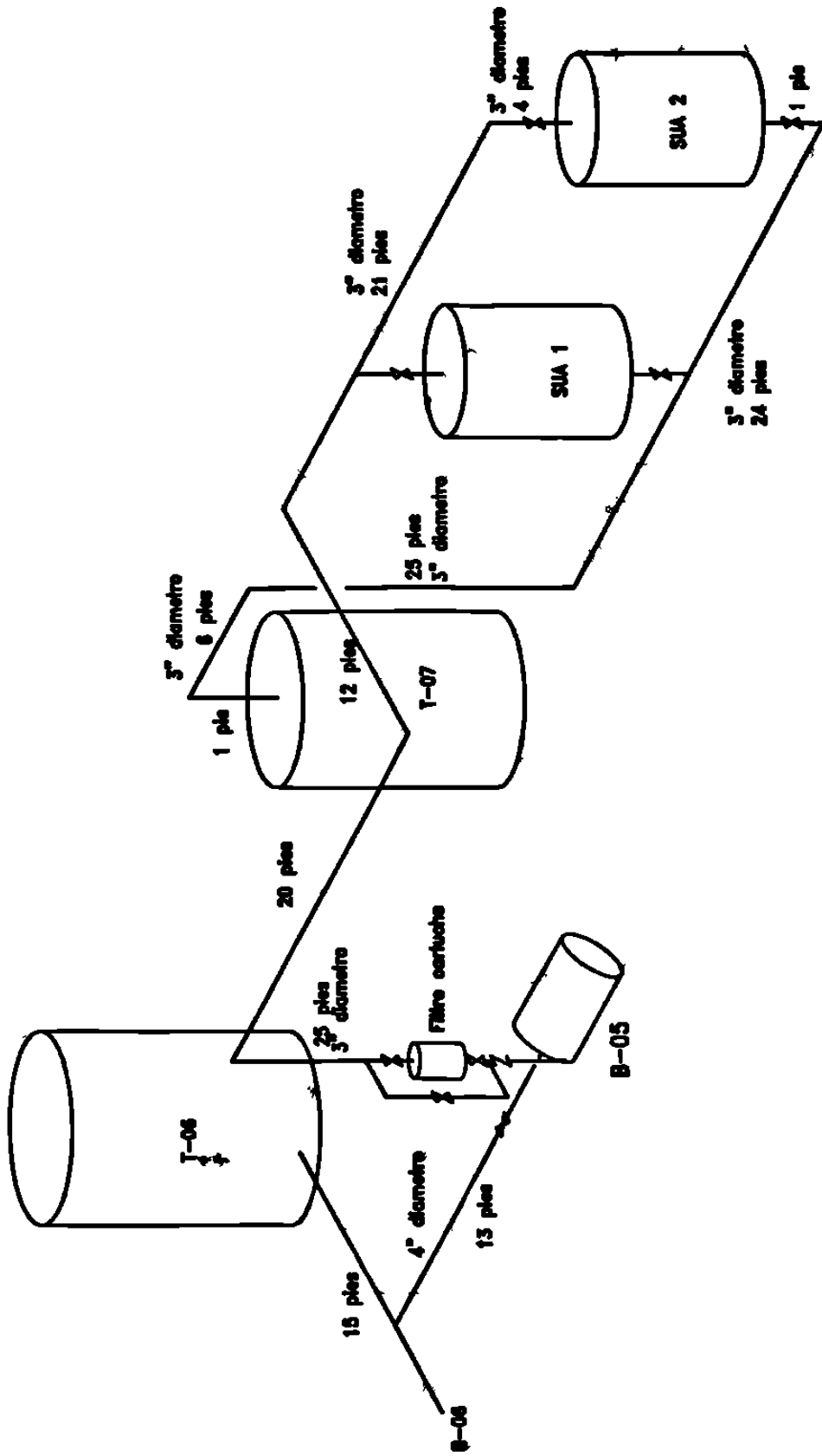
### Relative Roughness of Pipe Materials and Friction Factors For Complete Turbulence



Data extracted from *Friction Factors for Pipe Flow* by L.F. Moody, with permission of the publisher, The American Society of Mechanical Engineers.

**Problem:** Determine absolute and relative roughness, and friction factor, for fully turbulent flow in 10-inch cast iron pipe (I.D. = 10.16").  
**Solution:** Absolute roughness ( $\epsilon$ ) = 0.00085. ... Relative roughness ( $\epsilon/D$ ) = 0.001. ... Friction factor at fully turbulent flow ( $f$ ) = 0.0196.

Norte



ISOMETRICO PARA BOMBA B-05



