



SECRETARIA
DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

692.3 N
SCT n.
1998 T-10

Normas de Calidad de los Materiales

Carreteras y Aeropistas

MATERIALES
PARA TERRACERIAS

1986

4.01.01

9A-3



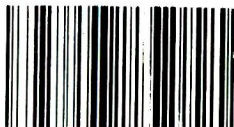
06390

NO. 06 Adm.

SCV/0337/001

06390

853 / 12/10



LIB00069

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

LIBRO 4
NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PARTE 01
CARRETERAS Y AEROPISTAS

TITULO 01 MATERIALES PARA TERRACERIAS

TITULO 02 MATERIALES PARA ESTRUCTURAS Y
OBRAS DE DRENAJE

TITULO 03 MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TITULO 04 MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO

MEXICO 1985



LIBRO 4
NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PARTE 4.01
CARRETERAS Y AEROPISTAS

TITULO 4.01.01
MATERIALES PARA TERRACERIAS

I N D I C E

	Pág.
Capítulo 001 Generalidades.....	1
" 002 Materiales para Terracerías.....	5

TITULO 4.01.02
MATERIALES PARA ESTRUCTURAS Y
OBRAS DE DRENAJE

Capítulo 003 Materiales para Mamposterías.....	11
" 004 Materiales para Concreto Hidráulico	21
" 005 Acero y Productos de Acero.....	87
" 006 Soldadura.....	183
" 007 Madera y Productos de Madera.....	217
" 008 Placas de Neopreno.....	239

TITULO 4.01.03
MATERIALES PARA PAVIMENTOS

Capítulo 009 Materiales para Revestimientos, Sub bases y Bases de Pavimento.....	243
" 010 Materiales Pétreos para Carpetas y Mezclas Asfálticas.....	263
" 011 Materiales Asfálticos, sus Aditivos y Mezclas Asfálticas.....	273

TITULO 4.01.04
MATERIALES PARA SEÑALES

	Pág.
Capítulo 012 Pinturas.....	289
Indice General.....	I

LIBRO 4
NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

PARTE 4.01
CARRETERAS Y AEROPISTAS

TITULO 4.01.00
CAPÍTULO 4.01.00.001

GENERALIDADES

001-A CONTENIDO

001-A.01 En esta Parte de este Libro se incluye todo lo referente a las Normas de Calidad que deben satisfacer los diversos materiales que se utilicen en la construcción de las carreteras y aeropistas de la Secretaría que conjuntamente con los procedimientos de ejecución señalados en los capítulos correspondientes de estas Normas, servirán para asegurar la calidad y el buen comportamiento de la obra por ejecutar. La calidad de los materiales establecida por estas normas, se verificará mediante los métodos de prueba que se describen en el Libro 6.

001-A.02 En los capítulos 002, 009, 010 y 011, se tratan las normas de calidad de los materiales, dedicándose capítulos completos a terracerías; sub-bases y bases; materiales pétreos para carpetas; y materiales asfálticos, sus aditivos y mezclas asfálticas.

001-A.03 En los capítulos 003 al 008 y 012 inclusive, se ha seguido un criterio diferente al indicado en el inciso anterior; se dedica un capítulo para diversos materiales que pueden emplearse para constituir una estructura o que tiene elementos comunes entre sí, destinándose una cláusula completa a las normas de calidad

de un solo material.

001-A.04 Para algunos materiales, productos elaborados o estructuras que constituyen una obra, se indican en este Libro 4, características para su uso adecuado, de biéndose corroborar éstas mediante las pruebas señaladas en el Libro 6 de estas Normas.

001-B SIGNIFICADO DE TERMINOS

001-B.01 Para precisar el significado de algunos términos empleados en esta Parte de este Libro, se han formulado las Definiciones de Términos a que se refiere la cláusula (01.02.007-A) del Libro 1, según las consideraciones de los párrafos siguientes:

- a) Comprende términos que pueden tener varias y distintas acepciones en el lenguaje común, pero de las que se toma el significado taxativo con que se definen en la cláusula antes mencionada.
- b) Comprende las palabras cuyo significado o acepción especial será el que se indica.
- c) Comprende las palabras de otros idiomas o adaptaciones libres de ellas que, sin equivalencia castellana son, sin embargo, términos de uso común en el medio técnico en que se emplean estas Normas.
- d) No se formulan definiciones de aquellos términos cuyo significado o interpretación son suficientemente conocidos, precisos y claros.

001-C REFERENCIAS

001-C.01 Todas las referencias que se hacen en el texto de este Libro 4, corresponden a Libros, Partes, Títulos, Capítulos, Cláusulas, Incisos, Párrafos y Sub-párrafos de las Normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con las adiciones y modificaciones que a las mismas haga y ponga en vigor dicha Secretaría.

001-D VERIFICACION DE CALIDAD

001-D.01 Tanto para el proyecto como para la ejecución de una obra deberán obtenerse muestras representativas de los materiales en estudio, a fin de que, mediante las pruebas señaladas en lo que corresponda del Libro 6, de lo fijado en el proyecto y/o lo que ordene la Secretaría, se determinen las características de calidad de cada material.

001-D.02 El muestreo y las pruebas que deben efectuarse a los materiales para determinar sus características, deberán sujetarse a los procedimientos que se describen en el Libro 6, de las Normas de la Secretaría.

001-D.03 Los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas a las muestras de materiales o a estructuras, según los procedimientos descritos en el Libro 6, deberán compararse con las normas establecidas en el Libro 4 para determinar si se aceptan, rechazan o en qué condiciones deben usarse, de acuerdo con el proyecto.

001-D.04 Cuando la Secretaría autorice que el muestreo y las pruebas de los materiales que se vayan a utilizar en la obra se efectúen en laboratorios particulares y generalmente en los de las fábricas de producción, el Contratista se compromete a dar y en su caso obtener del fabricante el permiso suficientemente amplio y permanente para que el personal que fije la Secretaría verifique y/o realice el muestreo y las pruebas establecidas que se utilicen para determinar la calidad de dichos materiales y, en consecuencia, aceptarlos o rechazarlos.

001-D.05 La Secretaría podrá rechazar cualquier unidad del material envasado, que pese menos del uno por ciento (1%) del peso anotado en el propio envase.

001-D.06 La Secretaría podrá rechazar todo un lote de material envasado, cuando el peso promedio de cincuenta (50) unidades del mismo, escogidas al azar, sea me

nor del anotado.

001-D.07 En los envases de los materiales deberán indicarse el nombre y la marca de fábrica, el tipo de material envasado y el peso de su contenido, salvo excepciones autorizadas expresamente por la Secretaría.

001-E EMBARQUE, TRANSPORTE Y ALMACENAJE

001-E.01 El contratista deberá cumplir con las indicaciones de la Secretaría respecto al tipo y forma del embarque de los materiales que se vayan a utilizar en la obra, ya sea que se trate de materiales envasados o materiales a granel.

001-E.02 El contratista deberá emplear el medio de transporte que indique la Secretaría para efectuar el acarreo de los materiales que se vayan a utilizar en la obra y, asimismo, deberá cumplir con las indicaciones que le haga respecto a la protección y cuidado de dichos materiales.

001-E.03 El contratista deberá cumplir con las indicaciones de la Secretaría respecto al almacenaje y protección de los materiales que se vayan a utilizar en la obra, durante todo el tiempo previo a su utilización; en términos generales, los sitios de almacenamiento deberán ser adecuados para evitar humedad, evaporación y congelación. Además, el almacenamiento deberá efectuarse en forma tal que, en cualquier momento, sea fácil la inspección e identificación de los materiales, en sus diferentes embarques.

TITULO 4.01.01
MATERIALES PARA TERRACERIAS

CAPITULO 4.01.01.002
MATERIALES PARA TERRACERIAS

002-A DEFINICION

002-A.01 Son los materiales que provienen de la corteza terrestre, ya sea que se extraigan de cortes o préstamos y que se utilizan en la construcción de terraplenes o rellenos, los cuales se pueden emplear solos, mezclados o estabilizados con otros materiales naturales o elaborados, en tal forma que reúnan características adecuadas para su uso.

002-B CLASIFICACION DE FRAGMENTOS DE ROCA Y SUELOS PARA FINES DE SU UTILIZACION EN TERRACERIAS.

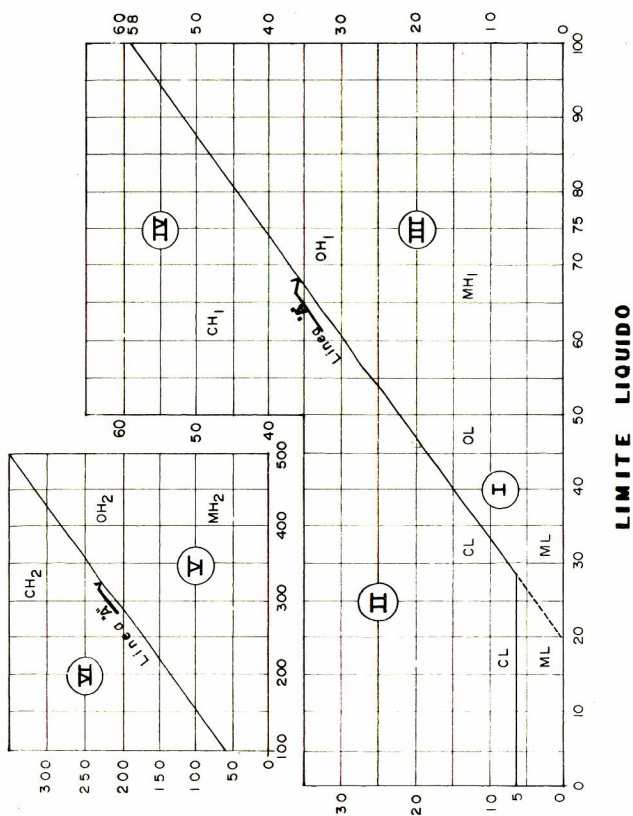
002-B.01 Los materiales para terracerías se clasifican de acuerdo con lo indicado en el cuadro Núm. 1.

002-B.02 La carta de plasticidad que se utiliza como complemento en la clasificación de suelos es la que se indica en la figura Núm. 1.

002-C CARACTERISTICAS Y RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LOS MATERIALES EN TERRACERIAS

002-C.01 Para obtener mejores resultados, al usar los materiales de terracerías se recomienda, de acuerdo con sus características, cumplir con lo indicado en el cuadro Núm. 2.

002-C.02 En el caso de que por condiciones de extrema necesidad tengan que emplearse en el cuerpo del terraplén, materiales que en el cuadro del inciso (002-C.01), de este Capítulo, se indica que no deben usarse, la Secretaría, con base en el proyecto y en pruebas de laboratorio podrá autorizar su empleo, fijando los porcenta



INDICE PLASTICO
CARTA DE PLASTICIDAD

FIG. NUM. 1

CUADRO NUMERO 1
CLASIFICACION DE MATERIALES PARA TERRACERIAS

Tipo	Sub-Tipos	Identificación	Símbolo de Grupo	Notas
R A G N I E N T O S TAMAÑOS MAYORES DE 7.6 cm (3") Y MENORES DE 2 in.	GRANDES MAYORES DE 75 cm MENORES DE 2 in.	Fragmentos grandes, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fg	1.—Cuando los fragmentos de roca contengan más del 10% de suelo, el material se clasificará con símbolo doble, utilizando los símbolos del suelo correspondiente y los del fragmento respectivo. Si el volumen de suelo es mayor del 50%, el símbolo de éste se antepondrá al del fragmento; si el volumen de suelo está comprendido entre 10 y 50%, su símbolo se colocará en seguida del símbolo de los fragmentos de roca.
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos, predominando los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fgm	
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos, predominando los grandes, con menos del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Fgc	
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos y chicos, predominando los grandes sobre los medianos y éstos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fgmc	
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los grandes sobre los chicos y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fgcm	
	MEDIANOS MAYORES DE 20 cm Y MENORES DE 75 cm	Fragmentos medianos, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fm	EJEMPLO 1 EJEMPLO 2 Un material contiene: Un suelo contiene: 60% de GC 40% de Fm 20% de Fg 30% de SM 15% de Fm 20% de Fg 5% de Fe 10% de Fe Su símbolo sería: Su símbolo sería: GC-Fgm Fmg-SM Los porcentajes en volumen de los diferentes fragmentos de roca que contraponen un material, se hará en forma estimativa.
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos, predominando los medianos sobre los chicos, con menos del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fmo	
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes, predominando los medianos sobre los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fmg	
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos y grandes, predominando los medianos sobre los chicos y éstos sobre los grandes, con menos del 10% de suelo.	Fmgo	
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes y chicos, predominando los medianos sobre los grandes y éstos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fmge	
	CHICOS MAYORES DE 7.6 cm (3") Y MENORES DE 20 cm	Fragmentos chicos, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fe	2.—La clasificación de suelos que aparece en este cuadro corresponde, en general, al Sistema Unificado (S.U.C.) y puede considerarse como la versión S.C.T. de dicho sistema. 3.—Todos los tamaños de las mallas que aparecen en este cuadro son los de la U.S. Standard (apertura cuadrada).
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos, predominando los chicos, con menos del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fem	
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes, predominando los chicos, con menos del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Feg	
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos y chicos, predominando los chicos sobre los medianos y éstos sobre los grandes, con menos del 10% de suelo.	Femg	
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fegm	
S U E L O S PARTICULAS MENORES DE 7.6 cm (3")	GRAVAS MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL DE RETENER EN LA MALLA NÚM. 200 MENOS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA SE RETIENE EN LA MALLA NÚM. 40	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, poco o nada de finos. Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3. (Ver nota Núm. 6.)	Menos de 5% en peso pasa la malla Núm. 200.	GW
		Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, poco o nada de finos. No satisfacen los requisitos de graduación para GW.	Menos de 5% en peso pasa la malla Núm. 200.	GP
		Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo, mal graduadas.	Más de 12% en peso pasa la malla Núm. 200 y las pruebas de límites, efectuadas en la fracción que pasa la malla Núm. 40, la clasifican como un suelo ML, abajo de la línea "A" de la carta de plasticidad, o Ip < 6. (Véase abajo, grupo ML.)	GM
		Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcillas, mal graduadas.	Más de 12% en peso pasa la malla Núm. 200 y las pruebas de límites, efectuadas en la fracción que pasa la malla Núm. 40, la clasifican como un suelo ML, abajo de la línea "A" de la carta de plasticidad, o Ip > 6. (Véase abajo, grupo CL.)	GC
		Arenas bien graduadas, arenas con grava, poco o nada de fino. Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3. (Ver nota Núm. 6.)	Menos de 5% en peso pasa la malla Núm. 200.	SW
		Arenas mal graduadas, arenas con grava, poco o nada de fino. No satisfacen los requisitos de graduación para SW.	Menos de 5% en peso pasa la malla Núm. 200.	SP
	ARENAS MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA SE RETIENE EN LA MALLA NÚM. 40 MENOS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN FINA SE RETIENE EN LA MALLA NÚM. 200	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas.	Más de 12% en peso pasa la malla Núm. 200 y las pruebas de límites, efectuadas en la fracción que pasa la malla Núm. 40, la clasifican como un suelo ML, abajo de la línea "A" de la carta de plasticidad, o Ip < 6. (Véase abajo, grupo ML.)	SM
		Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcillas mal graduadas.	Más de 12% en peso pasa la malla Núm. 200 y las pruebas de límites, efectuadas en la fracción que pasa la malla Núm. 40, la clasifican como un suelo ML, abajo de la línea "A" de la carta de plasticidad, o Ip > 6. (Véase abajo, grupo CL.)	SC
		Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas ligeramente plásticas. (Dentro de la zona I de la carta de plasticidad.)		ML
		Arcillas inorgánicas de baja o mediana plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas polvos. (Dentro de la zona II de la carta de plasticidad.)		CL
		Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. (Dentro de la zona I de la carta de plasticidad.)		OL
		Limos inorgánicos de baja o mediana plasticidad, arenas finas o limos medios o distomáceos, limos elásticos. (Dentro de la zona III de la carta de plasticidad.)		MH ₁
L I M I T E L I Q U I D O Entre 50 y 100% Por 100%	LIMOS Y ARCILLAS	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas. (Dentro de la zona IV de la carta de plasticidad.)		MH ₂
		Limos y arcillas orgánicos de media o alta plasticidad. (Dentro de la zona III de la carta de plasticidad.)		OH ₁
		Limos inorgánicos de alta plasticidad. (Dentro de la zona V de la carta de plasticidad.)		MH ₃
MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA LA MALLA NÚM. 200	L I M I T E L I Q U I D O Por 100%	Arcillas inorgánicas de muy alta plasticidad. (Dentro de la zona VI de la carta de plasticidad.)		CH ₁
				OH ₂

CUADRO NUMERO 2
CLASIFICACION DE MATERIALES PARA TERRACERIAS

TIPO	SUB-TIPOS	SIMBOLO DE GRUPO	CARACTERISTICAS PARA SU ACOMODO	PRUEBAS ESPECIFICADAS PARA LA DETERMINACION DE LOS PESOS VOLUMETRICOS SECOS MAXIMOS	RECOMENDACIONES PARA SU USO	
					CUERPO DEL TERRAPLEN	CAPA SUB-BASANTE EN TERRAPLENES Y CORTES
FRAGMENTOS DE ROCA	GRANDES MAYORES DE 75 cm y MENORES DE 2 m	Fg Fgm Fgc Fgmc Fgcm	Susceptibles de acomodarse con tractor y/o con el equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terraplén, acomodándolos en su posición más estable, entendiéndose que el simple volteo no constituye un acomodo adecuado.	NO DEBEN USARSE
	MEDIANOS MAYORES DE 20 cm y MENORES DE 75 cm	Fm Fmc Fmg Fmeg Fmge	Susceptibles de acomodarse por bandeo con tractor y/o con el equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terraplén, tendiéndolos en capas del espesor mínimo que permita el tamaño de los fragmentos mayores.	NO DEBEN USARSE
	CHICOS MAYORES DE 7.6 cm y MENORES DE 20 cm	Fc Fcm Fcg Fcmg Fogm	Susceptibles de acomodarse por bandeo con tractor y/o con el equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terraplén, tendiéndolos en capas del espesor mínimo que permita el tamaño de los fragmentos mayores.	NO DEBEN USARSE
	GRUESOS	GRAVAS GW GP GM GC	Susceptibles de compactarse con equipo especial. Para este tratamiento	AASHO ESTANDAR SIEMPRE QUE EL PROYECTO NO INDIQUE OTRA PRUEBA En casos especiales el proyecto deberá indicar el procedimiento a seguir en el control de la compactación.	90% de compactación	95% de Compactación
		ARENAS SW SP SM SC				
	FINOS	LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50 ML CL OL	Susceptibles de compactarse con equipo especial. Para este tratamiento	AASHO ESTANDAR SIEMPRE QUE EL PROYECTO NO INDIQUE OTRA PRUEBA En casos especiales el proyecto deberá indicar el procedimiento a seguir en el control de la compactación.	90% de compactación	95% de Compactación en carreteras. En Aeropistas no deben usarse.
		LIMITE LIQUIDO ENTRE 50 Y 100 MH ₁ CH ₁ OH ₁				
		LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 100 MH ₂ CH ₂ OH ₂				
	ALTAMENTE ORGANICOS	TURBA	Pt		NO DEBEN USARSE	NO DEBEN USARSE

El proyecto deberá especificar aquellos casos en que no sea posible construir por capas, todo o parte del terraplén. Las mezclas de fragmentos de roca y suelos, en que predominen éstos, podrán, en algunas ocasiones, ser susceptibles de compactarse con equipo especial, para lo cual deberá indicarse el grado de compactación. Esto solo podrá hacerse en el cuerpo del terraplén y el proyecto fijará el procedimiento a seguir en estos casos.

No deberán usarse materiales con valor relativo de soporte saturado menor de 10% o expansión mayor de 3%.

No deberán usarse materiales con valor relativo de soporte saturado menor de 10% o expansión mayor de 3%.

jes de compactación que juzgue adecuados, así como las pruebas para determinar los pesos volumétricos secos máximos a que deben referirse los citados porcentajes de compactación.

002-C.03 Las pruebas necesarias para determinar el peso volumétrico seco máximo que hayan de efectuarse en cada caso, deberán apegarse a los procedimientos descritos en el Capítulo (01.01.002) del Libro 6 de estas Normas. Se recomienda adoptar las variantes A y C de las Pruebas Proctor (AASHTO) estándar para el control rutinario de la compactación en el campo, aunque ocasionalmente puedan utilizarse las variantes B y D, de acuerdo con las características del material. Cuando el proyecto lo indique explícitamente, deberán utilizarse para los trabajos de control de compactación, pruebas Proctor (AASHTO) con niveles de energía específica más altas que la estándar; también podrán emplearse la prueba de compactación estática u otras pruebas de tipo especial.

002-C.04 Los materiales constituidos por fragmentos de roca alterada o deleznable, grandes, medianos y chicos, que aparecen en el cuadro No. 2 del inciso (002-C.01) de este Capítulo, serán susceptibles de compactarse con equipo especial para este tratamiento siempre y cuando después de tendidos en la obra y sometidos a la prueba descrita en el párrafo (01.01.005-D.03.b) del Libro 3.

002-C.05 Los materiales que se utilicen en la capa subrasante deberán cumplir con las normas de calidad que se indican en la última columna del cuadro número 2 correspondiente al inciso (002-C.01) de este Capítulo, en un espesor no menor de treinta (30) centímetros. Cuando se trate de una terracería ya existente y su capa subrasante no reúna las características adecuadas, deberá dársele el tratamiento que la Secretaría indique, para que cumpla con las Normas, o bien si esto no es posible, se construirá una nueva capa subrasante, ya sea sobre la anterior, o bien, después de rebajar ésta en

el espesor necesario, si hay necesidad de respetar un determinado nivel de la subrasante.

002-C.06 En algunos casos y a juicio de la Secretaría, podrán emplearse en la construcción de la capa subrasante, materiales estabilizados con cal, cemento Portland, materiales puzolánicos, o materiales asfálticos, siendo necesario para esto, hacer los estudios y proyectos correspondientes.

002-C.07 La clasificación, características y requisitos para el uso adecuado de los materiales empleados en la construcción de terracerías, tal como quedan definidos en las cláusulas (002-B) y (002-C) de este Capítulo, deberán verificarse haciendo las pruebas necesarias, de acuerdo con los procedimientos indicados en el Capítulo (01.01.002) del Libro 6.

TITULO 4.01.02

MATERIALES PARA ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE

CAPITULO 4.01.02.003

MATERIALES PARA MAMPOSTERIAS

003-A CONTENIDO

003-A.01 En este Capítulo se tratan los materiales que se emplean en la construcción de mamposterías, en zampeados y concretos ciclópeos.

003-B PIEDRAS NATURALES

003-B.01 Las Piedras Naturales son los fragmentos de roca que se usan en su estado natural, para las obras señaladas en el inciso anterior, tales como:

IGNEAS INTRUSIVAS..... (grano grueso)	Granito Diorita
IGNEAS EXTRUSIVAS..... (grano fino)	Riolita Andesita Basalto Toba Brecha volcánica
SEDIMENTARIAS.....	Calizas Travertino Arenisca Conglomerado Brecha
METAMORFICAS	Gneiss

003-B.02 Deberán ser sanas y resistentes y que puedan ser labradas cuando se usen en la construcción de mamposterías de segunda y tercera clases. No se aceptarán las piedras que presenten grietas, fracturas, ni las de forma de laja.

003-B.03 Las normas que deberán satisfacer las piedras

naturales son las siguientes:

Resistencia a la compresión, en estado húmedo, en kg/cm ²	150 mínimo
Resistencia a la compresión, en estado húmedo, aplicando la carga paralelamente a los planos de formación cuando los haya, en kg/cm ²	100 mínimo
Absorción, por ciento.....	4 máximo
Densidad aparente.....	2.3 mínimo
Resistencia al intemperismo acelerado (sanidad), por ciento de pérdida de peso.....	10 máximo

003-B.04 El muestreo de las piedras naturales y la de terminación de sus propiedades de resistencia a la compresión, absorción, densidad aparente y resistencia al intemperismo, deberán efectuarse con los métodos - que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6.

003-C CAL VIVA

003-C.01 La Cal Viva es el producto de la calcinación de una roca caliza y está constituida, en su mayor parte, por óxido de calcio u óxido de calcio en asociación natural con una cantidad menor de óxido de magnesio.

003-C.02 La Cal Viva deberá satisfacer las normas relativas a su composición química.

003-C.03 El residuo retenido por la malla Núm. 20 (0.841 mm) determinado y calculado con el método que se describe en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6, no será mayor de quince por ciento (15%) en peso.

003-C.04 El muestreo de la cal viva y la determinación de sus propiedades de composición química y residuo, deberán efectuarse con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6.

COMPONENTES	Cal Grasa	Cal Pobre
A) Calculado con respecto a la porción no volátil		
Oxido de calcio mínimo, por ciento	75	
Oxido de magnesio, mínimo, por ciento		20
Oxido de calcio y de magnesio, mínimo, por ciento	95	95
B) Sílice, alúmina y óxido de hierro, máximo por ciento	5	5
C) Calculado con respecto a la muestra como se recibe		
Bióxido de carbono, máximo, por ciento:		
Si la muestra se toma en el lugar de elaboración	3	3
Si la muestra se toma en cualquier otro lugar	10	10

003-D CAL HIDRATADA

003-D.01 La Cal Hidratada es un polvo seco, obtenido - por la combinación de cal viva con agua, para formar hidróxido de calcio o una mezcla de hidróxido de calcio, - óxido de magnesio e hidróxido de magnesio.

003-D.02 Existen dos (2) tipos de cal hidratada, los - cuales son apropiados para usarse en la elaboración de morteros, recubrimientos y como adicionantes para con- creto de cemento Portland. Se designan como sigue:

Tipo N - Cal hidratada normal

Tipo E - Cal hidratada especial

El tipo E difiere del tipo N, principalmente por su ca- pacidad para dar un alto valor de plasticidad en corto tiempo, así como por su mayor poder de retención de a- gua y por su limitación en contenido de óxido no hidra- tado.

003-D.03 La Cal Hidratada deberá satisfacer las siguien

tes normas de composición química:

C O M P O N E N T E S	T I P O	
	N	E
A) Calculado con respecto a la porción no volátil: Oxidos de calcio y magnesio, mínimo, por ciento.....	95	95
B) Calculado con respecto a la muestra como se recibe:		
1) Bióxido de carbono, máximo por ciento: Si la muestra se toma en el lugar de elaboración.....	5	5
Si la muestra se toma en cualquier otro lugar.....	7	7
2) Oxidos no hidratados, máximo, por ciento.....		8

003-D.04 Ambos tipos de cal hidratada deberán cumplir cualquiera de los siguientes requisitos de residuo:

- a) El residuo retenido sobre una malla del Núm. 30 (0.595 mm) no deberá ser mayor de cinco décimos por ciento (0.5%).
- b) Si el residuo retenido sobre una malla del Núm. 30 (0.595 mm) es mayor de cinco démos por ciento (0.5%), no deberá mostrar ampollas y agujeros, cuando se someta a la prueba de floreado y picado.

003-D.05 La pasta estándar que debe elaborarse para probar la cal hidratada, cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) Tratándose de cal hidratada tipo E, deberá tener un valor de plasticidad no menor de doscientos (200).
- b) Tratándose de cal hidratada tipo N, deberá tener, después de una succión de sesenta (60) segundos, un valor de retención de a

agua no menor de setenta y cinco por ciento (75%).

- c) Tratándose de cal hidratada tipo E, cuando se pruebe en un mortero estándar elaborado con el hidrato seco, deberá tener un valor de retención de agua no menor de ochenta y cinco por ciento (85%).

003-D.06 El muestreo de la cal hidratada y la determinación de sus propiedades de composición química, residuo retenido, floreado y picado, plasticidad y retención de agua, deberán efectuarse con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6.

003-E CAL HIDRAULICA HIDRATADA

003-E.01 Cal Hidráulica Hidratada es el producto cementante seco, resultado de la hidratación del material obtenido de la calcinación a una temperatura cercana a la de fusión incipiente, de roca caliza que contenga sílice y alúmina, de tal manera que, además de formarse cal viva (CaO) deja suficientes silicatos de calcio no hidratados para proporcionar al polvo seco sus propiedades hidráulicas.

003-E.02 Las propiedades hidráulicas pueden aumentarse mediante la adición de clinker pulverizado o una puzolana pulverizada, ya sea natural o artificial.

003-E.03 La cal hidráulica hidratada puede usarse para morteros, recubrimientos y como aditivo plastificante en concreto de cemento Portland. Se clasifica en los dos (2) tipos siguientes:

Tipo A - Cal hidráulica hidratada rica en calcio, que es la que contiene hasta cinco por ciento (5%), en peso, de óxido de magnesio con respecto a la porción no volátil.

Tipo B - Cal hidráulica hidratada magnésica, que es la que contiene más de cinco

por ciento (5%), en peso, de óxido de magnesio, con respecto a la porción no volátil.

003-E.04 La cal hidráulica hidratada tipo A deberá satisfacer los siguientes requisitos:

a) De composición química, por cientos en peso:

C O M P O N E N T E S	Mínimo	Máximo
1) Calculado con respecto a la porción no volátil:		
Oxidos de calcio y de magnesio (CaO y MgO).	60	70
Sílice (SiO_2).....	16	26
Oxidos de hierro y aluminio, (Fe_2O_3 y Al_2O_3);.....		12
2) Calculada con respecto a la muestra como se recibe:		
Bióxido de carbono (CO_2).....		5

b) De finura: la muestra no deberá dejar un residuo mayor de cinco décimos por ciento (0.5%) retenido en la malla del Núm. 30 (0.595 mm), ni más del diez por ciento - (10%) en la malla del Núm. 200 (0.074 mm).

c) De tiempos de fraguado: para la pasta de cal de consistencia normal, el inicial no deberá ser mayor de dos (2) horas y el final deberá quedar dentro de un lapso de cuarenta y ocho (48) horas.

d) De sanidad: las barras de pasta de cal no deberán tener una expansión mayor de uno por ciento (1%).

e) De resistencia a la compresión: no deberá ser menor de doce (12) kilogramos sobre centímetro cuadrado a la edad de siete (7) días, ni menor de veinticuatro (24) kilogra

mos sobre centímetro cuadrado a los veintiocho (28) días. En casos especiales, a jui
cio de la Secretaría, podrá aceptarse una -
resistencia menor a la compresión a los sie
te (7) días, siempre que a los veintiocho -
(28) días alcance la resistencia especifica
da.

003-E.05 La cal hidráulica hidratada tipo B deberá sa
tisfacer los requisitos que, en cada caso, fije el pro
yecto y/o determine la Secretaría.

003-E.06 El muestreo de la cal hidráulica hidratada y
la determinación de sus propiedades de composición quí
mica, finura, tiempos de fraguado, sanidad y resisten
cia a la compresión, deberán efectuarse con los métodos
que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro -
6.

003-F CEMENTANTE PARA MORTERO

003-F.01 El Cementante para Mortero es el producto que
se obtiene al mezclar cal hidratada y sílice acti
va, fi
namente pulverizadas en la proporción adecuada, para su
uso como aglutinante en morteros para mamposterías y re
cubrimientos.

003-F.02 El cementante para mortero deberá satisfacer
los requisitos indicados a continuación:

Finura: residuo en la malla Núm. 325, máximo por ciento.....	15
Sanidad: expansión en autoclave, máxi mo por ciento.....	1
Tiempos de fraguado, método de Gillmo re:	
Fraguado inicial, mínimo en horas....	2
Fraguado final, máximo en horas.....	24
Resistencia mínima a la compresión - (promedio de 3 cubos), kg/cm2:	
A los 7 días.....	35

A los 28 días.....	63
Contenido de aire del mortero:	
Mínimo por ciento, en volumen.....	12
Máximo por ciento, en volumen.....	24
Retención de agua: flujo después de la succión, mínimo por ciento del flu jo original.....	70

003-F.03 El muestreo del cementante para mortero y la determinación de sus propiedades de finura, sanidad, tiempos de fraguado, resistencia a la compresión, contenido de aire en el mortero y retención de agua, deberán efectuarse con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6.

003-G CEMENTOS

003-G.01 El cemento Portland que se emplee en la elaboración de morteros para mamposterías y recubrimientos, deberá satisfacer los requisitos que se indican en la cláusula (004-B) de este título.

003-G.02 El cemento Portland puzolánico que se emplee en la elaboración de morteros para mamposterías y recubrimientos deberá satisfacer los requisitos que se indican en la cláusula (004-C) de este título.

003-G.03 El cemento Portland de escorias de altos hornos que se emplee en la elaboración de morteros para mamposterías y recubrimientos, deberá satisfacer los requisitos que se indican en la cláusula (004-D) de este título.

003-H ARENA PARA MORTEROS

003-H.01 Arena para Morteros es el material granular, producto de la desintegración natural de algunas rocas y obtenido por trituración de piedra, grava o de escoria de altos hornos enfriada al aire, que se utilice como agregado inerte en la elaboración de morteros para mamposterías y recubrimientos.

003-H.02 La granulometría deberá quedar dentro de los límites siguientes:

M A L L A	Por ciento retenido
Número 4 (4 760 micras).....	0
Número 8 (2 380 micras).....	0 a 5
Número 100 (149 micras).....	75 mínimo
Número 200 (74 micras).....	90 mínimo
Módulo de finura.....	1.6 a 2.5

Si el módulo de finura varía en más o menos veinte centésimos (± 0.20) del valor obtenido con el cual se calcularon las proporciones para el mortero, el agregado deberá ser rechazado, a menos que se hagan los ajustes necesarios en las proporciones del mismo, a fin de -compensar el cambio en la granulometría.

003-H.03 El porcentaje de materias perjudiciales que contenga la arena para morteros, determinado cada uno en muestras independientes que se ajusten a los requisitos de granulometría especificados anteriormente, no deberá exceder los siguientes límites:

MATERIAS PERJUDICIALES	Por ciento máximo permisible en peso
Partículas deleznales.....	1.0
Partículas ligeras, que floten en un líquido con una densidad de 2.0	0.5 (a)

a) Este requisito no deberá aplicarse en el caso de arena proveniente de escoria.

003-H.04 La arena para morteros deberá estar exenta de impurezas orgánicas en cantidades perjudiciales. Salvo lo previsto a continuación deberá rechazarse aquella que, sujeta a la prueba de impurezas orgánicas dé un color más oscuro que el estándar, determinado como se describe en el capítulo (01.02.003) del Libro 6. La arena

que no pase la prueba anterior, solamente se usará cuando la coloración de la solución se deba a la presencia de pequeñas cantidades de carbón mineral, lignito o partículas similares. Asimismo, la arena que no pase la prueba ya mencionada, solamente se usará cuando al figurar como ingrediente del mortero, éste alcance una resistencia a la compresión a siete (7) y a veintiocho (28) días no menor de noventa y cinco por ciento (95%) de la obtenida en un mortero similar de las mismas edades y hecho con otra parte de la misma muestra, pero que haya sido lavada en una solución de hidróxido de sodio al tres por ciento (3%) y posteriormente lavada minuciosamente con agua corriente. El tratamiento deberá ser suficiente para que el material lavado produzca un color más claro que el estándar.

003-H.05 La arena sujeta a cinco (5) ciclos de la prueba de intemperismo acelerado, para determinar su sanidad, no deberá tener una pérdida en peso mayor de diez por ciento (10%) cuando se use sulfato de sodio o del quince por ciento (15%) cuando se use sulfato de magnesio, respecto al peso original de la muestra.

003-H.06 A juicio de la Secretaría se podrá aceptar una arena para morteros que no cumpla con los requisitos señalados en el inciso anterior, si existen antecedentes de su comportamiento satisfactorio en otras obras.

003-H.07 El muestreo de la arena para morteros y la determinación de sus propiedades de finura y sanidad deberán efectuarse con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.003) del Libro 6.

CAPITULO 4.01.02.004

MATERIALES PARA CONCRETO HIDRAULICO

004-A CONTENIDO

004-A.01 En este Capítulo se tratan los materiales naturales y artificiales que se emplean en la elaboración y curado de concretos hidráulicos, así como los aditivos que se requieran en algunos casos para impartir al concreto hidráulico ciertas características.

004-B CEMENTO PORTLAND

004-B.01 El cemento Portland es el producto que se obtiene de la pulverización del clinker, el cual está constituido esencialmente por silicatos de calcio hidráulico adicionado de lo siguiente:

- a) Agua y/o sulfato de calcio no tratado, en proporciones tales que se cumplan los requisitos químicos señalados en esta cláusula, relativos a las cantidades máximas de anhídrido sulfúrico y pérdida por calcinación.
- b) Se podrán adicionar otros materiales en el proceso de fabricación del cemento Portland, siempre que no sean perjudiciales y no afecten las propiedades químicas y físicas prescritas en esta cláusula.

004-B.02 El cemento Portland se clasifica en los siguientes tipos:

Tipo I Para usarse en construcciones de concreto en general, cuando no se requieran las propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II Para usarse en construcciones de concreto expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiera generación moderada de calor de hidrata

ción.

Tipo III Para usarse en construcciones de con
creto cuando se requiera alta resis
tencia, a corta edad.

Tipo IV Para usarse en construcciones de con
creto cuando se requiera bajo calor
de hidratación.

Tipo V Para usarse en construcciones de co
creto cuando se requiera alta resis
tencia a la acción de los sulfatos.

004-B.03 Cuando el proyecto o la Secretaría no indi
quen el tipo de cemento que se debe usar en cada caso,
se entenderá que se trata de cemento Portland tipo I.

004-B.04 El cemento Portland de cada uno de los cinco
(5) tipos que se indican en el inciso (004-B.02) de es
ta Cláusula, cumplirá los requisitos químicos fijados
en la Tabla Núm. I.

004-B.05 El cemento Portland de cada uno de los cinco
(5) tipos que se indican en el inciso (004-B.02) de es
ta Cláusula, deberá satisfacer los requisitos físicos
respectivos que se fijan en la Tabla Núm. II.

004-B.06 Cuando exista la posibilidad de que los agre
gados del concreto puedan reaccionar con el cemento Por
tland, la Secretaría deberá fijar cementos que conten
gan un máximo de sesenta centésimos por ciento (0.60%)
de álcalis. Los álcalis se consideran como la suma del
porcentaje de óxido de sodio (Na_2O) más seiscientos cin
cuenta y ocho milésimos (0.658) del porcentaje de óxido
de potasio (K_2O), contenida en el cemento Portland.

*004-B.07 El cemento Portland que permanezca almacenado
a granel más de seis (6) meses o almacenado en sacos
más de tres (3) meses, después del reporte de las prue
bas de control correspondientes, deberá ser muestreado
y probado nuevamente antes de usarlo.*

004-B.08 La Secretaría podrá rechazar un cemento Por

TABLA I

REQUISITOS QUIMICOS

C O M P O N E N T E S	T I P O				
	I	II	III	IV	V
Bióxido de silicio (SiO_2), mínimo, por ciento.....		21.0			
Oxido de aluminio (Al_2O_3), máximo, por ciento.....		6.0			
Oxido férrico (Fe_2O_3), máximo, por ciento.....		6.0		6.5	
Oxido de magnesio (MgO), máximo, por ciento.....	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Trióxido de azufre (SO_3):					
Cuando $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ es 8% o menor, máximo, por ciento..	2.5	2.5	3.0	2.3	2.3
Cuando $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ es mayor de 8%, máximo, por ciento.	3.0		4.0		
Pérdida por calcinación, máximo, por ciento.....	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
Residuo insoluble, máximo, por ciento.....	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) (a), máximo, por ciento.				35.0	
Silicato dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) (a), mínimo, por ciento.				40.0	
Aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) (a), máximo, por ciento		8.0	15.0 (b)	7.0	5.0
Suma de silicato tricálcico y aluminato tricálcico, -					
máximo, por ciento.....		58.0 (c)			
Ferroaluminato tetracálcico más dos veces el aluminato					
tricálcico (a) $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$ o -					
solución sólida ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) como -					
se indica posteriormente, máximo, por ciento.....					20.0

(a) El expresar limitaciones químicas por medio de compuestos que se suponen calculados, no significa necesariamente que los óxidos estén real o totalmente presentes como tales. Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio a óxido férrico sea de 0.64 o más, los porcentajes de silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico, serán calculados a partir de los resultados del análisis químico, en la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Silicato tricálcico} &= (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (6.718 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) \\ &\quad - (1.430 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3) \end{aligned}$$

$$\text{Silicato dicálcico} = (2.867 \times \% \text{SiO}_2) - (0.7544 \times \% \text{C}_3\text{S})$$

$$\text{Aluminato tricálcico} = (2.650 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) - (1.692 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{Ferroaluminato tetracálcico} = (3.043 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

Cuando la relación de los porcentajes de óxido de aluminio a óxido ferrico sea menor de 0.64, - se formará una solución sólida de ferroaluminato de calcio expresado como $\text{ss}(\text{C}_4\text{AF} + \text{C}_2\text{F})$. En este caso los contenidos de esta solución sólida y el silicato tricálcico se calcularán como sigue:

$$\text{ss}(\text{C}_4\text{AF} + \text{C}_2\text{F}) = (2.100 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) + (1.702 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\begin{aligned} \text{Silicato tricálcico} &= (4.071 \times \% \text{CaO}) - (7.600 \times \% \text{SiO}_2) - (4.479 \times \% \text{Al}_2\text{O}_3) \\ &\quad - (2.859 \times \% \text{Fe}_2\text{O}_3) - (2.852 \times \% \text{SO}_3) \end{aligned}$$

En cementos que tengan esta última relación de óxidos, no se formará aluminato tricálcico y el silicato dicálcico se calculará como queda indicado anteriormente. El reporte del análisis químico de los cementos se hará con aproximación de un centésimo por ciento (0.01%). El reporte del cálculo de los compuestos químicos que resulten, se hará con aproximación de un décimo por ciento (0.1%).

- (b) Cuando se requiera resistencia moderada a los sulfatos en el cemento Portland tipo III, el aluminato tricálcico no deberá ser mayor de ocho por ciento (8%) y si se requiere alta resistencia a los sulfatos en dicho cemento, el aluminato tricálcico no deberá ser mayor del cinco por ciento (5%).
- (c) Cuando no se especifiquen pruebas para la determinación del calor de hidratación y se use cemento Portland tipo II, se aplicará el valor señalado en la tabla.

TABLA II

REQUISITOS FISICOS

R E Q U I S I T O S	T I P O				
	I	II	III	IV	V
Finura, superficie específica, cm ² /g (métodos optativos) (a)					
Prueba con el Turbidímetro de Wagner:					
Valor promedio, mínimo.....	1 600	1 600		1 600	1 600
Valor mínimo en cualquier muestra.....	1 500	1 500		1 500	1 500
Prueba de permeabilidad de aire con el aparato Blaine:					
Valor promedio, mínimo.....	2 800	2 800		2 800	2 800
Valor mínimo en cualquier muestra.....	2 600	2 600		2 600	2 600
Sanidad:					
Expansión en autoclave, máximo, por ciento.....	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Tiempo de fraguado (métodos optativos) (b)					
Prueba de Gillmore:					
Fraguado inicial en minutos, no menos de.....	60	60	60	60	60
Fraguado final en horas, no más de.....	10	10	10	10	10
Prueba de Vicat:					
Fraguado en minutos, no menos de.....	45	45	45	45	45
Contenido de aire del mortero, por ciento en volumen, no mayor de	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Resistencia a la compresión, en kg/cm ² (c):					
La resistencia a la compresión en cubos de mortero compuesto de una (1) parte de cemento y dos partes setenta y cinco (2.75) - partes de arena graduada, en peso, será igual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación:					
Un (1) día en aire húmedo.....			120		
Un (1) día en aire húmedo y dos (2) días en agua.....	85	70	210		
Un (1) día en aire húmedo y seis (6) días en agua.....	150	130		56	105
Un (1) día en aire húmedo y veintisiete (27) días en agua....	245	245		140	210
Resistencia a la tensión, en kg/cm ² (c)					
La resistencia a la tensión en briquetas de mortero compuesto - de una (1) parte de cemento y tres (3) partes de arena estándar en peso, será igual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación:					
Un (1) día en aire húmedo.....			19		
Un (1) día en aire húmedo y dos (2) días en agua.....	10	9	26		
Un (1) día en aire húmedo y seis (6) días en agua.....	19	18	(c)	12	18
Un (1) día en aire húmedo y veintisiete (27) días en agua....	25	23	(c)	21	23
Calor de hidratación en calorías por gramo, a las edades indicadas a continuación: (d)					
Siete (7) días, máximo.....		70			
Veintiocho (28) días, máximo.....		80			
Falso fraguado, penetración final, mínimo por ciento (e).....	50	50	50	50	50

- (a) Puede usarse cualquiera de los dos (2) métodos optativos de finura a elección de la Secretaría. Sin embargo, en caso de desacuerdo o cuando la muestra no cumpla con los requisitos señalados para la prueba con el aparato de Blaine, se usará el Turbidímetro de Wagner y regirán los requisitos señalados en este inciso, para este método.
- (b) La Secretaría deberá especificar el tipo de prueba de tiempo de fraguado requerido. En caso de no especificarlo o de desacuerdo, únicamente se considerarán válidos los resultados de la prueba de Vicat.
- (c) La Secretaría deberá especificar el tipo de prueba de resistencia requerido. En caso de que no lo especifique, únicamente regirán los requisitos de la prueba de resistencia a la compresión. - La resistencia a cualquier edad será mayor que la obtenida a la edad inmediata anterior. A menos que se especifique otra cosa, las pruebas de resistencia a la tensión y a la compresión para los tipos de cemento I y II, se harán únicamente a los tres (3) y a los siete (7) días. Si a petición de la Secretaría, se requiere una prueba a los siete (7) días en un cemento tipo III, la resistencia a dicha edad será más alta que la correspondiente a los tres (3) días.
- (d) Estos requisitos se exigirán únicamente cuando la Secretaría lo solicite. Cuando se especifiquen los requisitos de calor de hidratación, la resistencia requerida para el tipo II deberá ser del ochenta por ciento (80%) de todos los valores consignados en la tabla.
- (e) Estos requisitos se aplicarán únicamente cuando la Secretaría lo requiera.

tland si los resultados de las pruebas efectuadas toman do en cuenta lo indicado en el inciso (004-B.07) de es te Capítulo no satisfacen cualquiera de los requisitos de esta Cláusula.

004-B.09 El muestreo del cemento Portland y la determi nación de sus propiedades de composición química, finu ra con turbidímetro (Wagner) finura con la prueba de permeabilidad al aire (aparato de Blaine), sanidad en autoclave tiempo de fraguado mediante agujas de Gillmo re, tiempo de fraguado mediante agujas de Vicat, conte nido de aire en el mortero, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, calor de hidratación y falso fraguado, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-C CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO TIPO IP

004-C.01 El Cemento Portland Puzolánico Tipo IP es una mezcla de cemento Portland o Portland de escorias de al tos hornos y material puzolánico molido finamente; di cha mezcla puede obtenerse moliendo clinker de cemento de alguno de los tipos citados, junto con el material puzolánico fino o bien mediante el mezclado uniforme del cemento con la puzolana fina. El contenido del ma terial puzolánico no será menor de quince por ciento (15%) ni mayor del cuarenta por ciento (40%), en peso, del cemento Portland puzolánico.

004-C.02 El cemento Portland empleado para elaborar el Cemento Portland Puzolánico Tipo IP debe cumplir con lo indicado en la cláusula (004-B) de este Capítulo.

004-C.03 El material puzolánico es un material silico so o silico aluminoso, que posee por sí mismo, poco o ningún valor cementante, pero que finamente molido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias, para for mar compuestos con propiedades cementantes; dicho mate rial puede proceder de materiales tales como algunas de

las tierras diatomáceas, horstenos opalinos, pizarras, .obas, cenizas volcánicas y pómez, diferentes materia les producto de la calcinación de los ya nombrados, al gunas de las arcillas más comunes, como son las de los tipos de la montmorilonita y caolinita, así como de al gunos materiales artificiales, como ciertas cenizas y sílice precipitada. El material puzolánico que se mez cla con el cemento Portland de escorias de altos hornos, para producir cemento Portland puzolánico, deberá cum plir con lo siguiente:

a) Requisitos físicos:

Finura:

Retenido por vía húmeda en la ma lla 0.045, en por ciento, máxi mo.	12.0
---	------

Prueba de actividad puzolánica:

Resistencia del material puzolá- nico en kg/cm ² , mínimo.....	55.0
--	------

- b) Cuando el cemento Portland puzolánico se ob tenga mediante la molienda conjunta del ma terial puzolánico y el clinker de cemento Portland y dicha puzolana no cumpla con los requisitos de finura indicados en el párra fo (a) de este Inciso, deberá molerse en el laboratorio para que los cumpla antes de que se emplee en la prueba de actividad pu zolánica.

004-C.04 Cuando la Secretaría lo requiera, el Contra tista deberá informar por escrito el origen, cantidad y composición del material puzolánico empleado en el ce mento Portland puzolánico y, además, el origen, canti dad y composición del cemento Portland o los componen tes del clinker del cemento Portland y la composición del cemento Portland puzolánico adquirido.

004-C.05 El cemento Portland puzolánico tipo IP, cum plirá los requisitos químicos siguientes:

Oxido de magnesio (MgO), máximo por ciento.....	5.0
Trióxido de azufre (SO_3), máximo por ciento.....	4.0
Pérdida por calcinación, máximo por ciento.....	5.0

004-C.06 El cemento Portland puzolánico tipo IP, deberá satisfacer los requisitos físicos que se fijan en la tabla III.

004-C.07 El cemento Portland puzolánico que permanezca almacenado a granel más de seis (6) meses o almacenado en sacos más de tres (3) meses, después del reporte de las pruebas de control correspondientes, deberá ser muestreado y probado nuevamente antes de usarlo.

004-C.08 La Secretaría podrá rechazar un cemento Portland puzolánico si los resultados de las pruebas efectuadas, tomando en cuenta lo indicado en el inciso - (004-C.07) de este Capítulo, no satisfacen cualquiera de los requisitos de esta Cláusula.

004-C.09 El muestreo de cemento Portland puzolánico y la determinación de sus propiedades de composición química, finura por vía húmeda, finura con la prueba de permeabilidad al aire (aparato de Blaine), sanidad en autoclave, tiempo de fraguado mediante agujas de Vicat, contenido de aire en el mortero, resistencia a la compresión, actividad puzolánica y calor de hidratación, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-D CEMENTO PORTLAND DE ESCORIAS DE ALTOS HORNOS TIPO IE

004-D.01 El Cemento Portland de Escorias de Altos Hornos Tipo IE es una mezcla de clinker de cemento Portland y escorias granuladas de altos hornos, molidos conjuntamente o una mezcla uniforme de cemento Portland y escorias de altos hornos, molida finamente. El contenido de escorias de altos hornos no será menor de veinticin-

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

TABLA III. REQUISITOS FISICOS DEL CEMENTO PUZOLANICO
IP

CONCEPTOS	TIPO IP
Finura: Retenido por vía húmeda en la malla Núm.325 (44 micras), por ciento, máximo.....	12.0
Superficie específica determinada mediante el aparato de permeabilidad al aire (Blaine) cm ² /g: (a) Valor promedio, mínimo.....	2 800
Valor mínimo en cualquier muestra.....	2 600
Sanidad: Expansión o contracción en autoclave, por ciento, máximo (b).....	0.50
Tiempo de fraguado, en la prueba de Vicat: Fraguado inicial en minutos, no menos de...	45
Fraguado final en horas, no más de.....	7
Contenido de aire en el mortero, por ciento en volumen, máximo.....	12.0
Resistencia a la compresión en kg/cm ² : La resistencia a la compresión en cubos de mortero compuestos de una (1) parte de cemento y dos punto setenta y cinco (2.75) partes en peso de arena graduada, será <u>i</u> qual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación: Un (1) día en aire húmedo y dos (2) días en agua.....	85
Un (1) día en aire húmedo y seis (6) días en agua.....	150
Un (1) día en aire húmedo y veintisiete (27) días en agua.....	245
Calor de hidratación en calorías gramo, para las edades indicadas a continuación: (c) Siete (7) días, máximo.....	70
Veintiocho (28) días, máximo.....	80

(a) Estos requisitos se aplicarán cuando la Secretaría lo indique en cada caso particular.

(b) La muestra permanecerá compacta, dura y no mostrará signos de distorsión, ruptura, grietas, agujeros o desintegración, cuando se haya sometido a la prueba de expansión en autoclave.

(c) Aplicable únicamente cuando se especifique calor moderado de hidratación, en cuyo caso, los requisitos de resistencia a la compresión deberán reducirse al ochenta por ciento (80%) de los que aparecen en la tabla.

co por ciento (25%) ni mayor del sesenta y cinco por ciento (65%), en peso, del cemento Portland de escorias de altos hornos.

004-D.02 El cemento Portland empleado en la fabricación del cemento Portland de escorias de altos hornos tipo IE debe cumplir los requisitos químicos a que se refiere la cláusula (004-B) de este Capítulo.

004-D.03 La escoria granulada de altos hornos es el producto no metálico, compuesto esencialmente de silicatos y aluminosilicatos de calcio, los cuales se producen simultáneamente con el hierro en los altos hornos y que se originan al enfriar rápidamente en agua, vapor o aire, el material fundido.

004-D.04 Cuando la Secretaría lo requiera, el Contratista deberá informar por escrito el origen, cantidad y composición de la escoria granulada de altos hornos empleada en el cemento Portland de escorias de altos hornos y, además, el origen, cantidad y composición del cemento Portland o los componentes del clinker del cemento Portland y la composición del cemento Portland de escorias de altos hornos adquirido.

004-D.05 El cemento Portland de escorias de altos hornos tipo IE cumplirá con los requisitos químicos siguientes:

CONCEPTO	POR CIENTO
Trióxido de azufre (SO_3) por ciento, máximo.....	
Azufre de sulfuros (S), por ciento, máximo.....	2.0
Residuo insoluble, por ciento máximo	0
Pérdida por calcinación, por ciento, máximo.....	3.0

004-D.06 El cemento Portland de escorias de altos hornos tipo IE, deberá satisfacer los requisitos físicos que se fijan en la tabla IV siguiente:

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

TABLA IV. REQUISITOS FISICOS DEL CEMENTO PORTLAND
TIPO IE

CONCEPTO	TIPO IE
Finura:	
Retenido por vía húmeda en la malla Núm. 325 (44) micras), por ciento, máximo.....	12
Superficie específica determinada mediante el aparato de permeabilidad de aire (Blaine) cm ² /g: (a)	
Valor promedio, mínimo.....	2 800
Valor mínimo en cualquier muestra.....	2 600
Sanidad:	
Expansión o contracción en autoclave, por ciento máximo (b).....	0.20
Tiempo de fraguado, en la prueba de Vicat:	
Fraguado inicial en minutos, no menos de....	45
Fraguado final en horas, no más de.....	7
Contenido de aire en el mortero, por ciento en volumen, máximo.....	12.0
Resistencia a la compresión, en kg/cm ² :	
La resistencia a la compresión en cubos de mortero compuestos de una (1) parte de cemento y dos punto setenta y cinco (2.75) partes en peso de arena estándar graduada, será igual o mayor que los valores especificados para las edades indicadas a continuación:	
Un (1) día en aire húmedo y dos (2) días en agua.....	85
Un (1) día en aire húmedo y seis (6) días en agua.....	150
Un (1) día en aire húmedo y veintisiete (27) días en agua.....	245
Calor de hidratación en calorías gramo, para las edades indicadas a continuación: (c)	
Siete (7) días, máximo.....	70
Veintiocho (28) días, máximo.....	80

- (a) Estos requisitos se aplicarán cuando la Secretaría lo indique en cada caso particular.
- (b) La muestra permanecerá compacta, dura y no mostrará signos de desintegración, cuando se haya sometido a la prueba de expansión en autoclave.
- (c) Aplicable únicamente cuando se especifique calor moderado de hidratación, en cuyo caso, los requisitos de resistencia a la compresión deberán reducirse al ochenta por ciento (80%) de los que aparecen en la tabla.

004-D.07 El cemento Portland de escorias de altos hornos que permanezca almacenado a granel más de seis (6) meses o almacenado en sacos por más de tres (3) meses - después de la prueba de control correspondiente, deberá ser muestreado y probado nuevamente antes de usarlo.

004-D.08 La Secretaría podrá rechazar un cemento Portland de escorias de altos hornos si los resultados de las pruebas efectuadas, tomando en cuenta lo indicado - en el inciso (004-D.07) de este Capítulo, no satisfacen cualquiera de los requisitos de esta cláusula.

004-D.09 El muestreo del cemento Portland de escorias de altos hornos y la determinación de sus propiedades de composición química, finura por vía húmeda, finura - con la prueba de permeabilidad al aire (aparato de Blaine), sanidad en autoclave, tiempo de fraguado mediante agujas de Vicat, contenido de aire en el mortero, resistencia a la compresión y calor de hidratación deberán - efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-E AGREGADOS PARA CONCRETO

004-E.01 Los materiales pétreos que se usan en la elaboración de concreto se clasifican en agregados finos y agregados gruesos. Lo relativo a agregados ligeros se trata en la cláusula (004-F) de este Capítulo.

004-E.02 El agregado fino deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) De granulometría:

1) Estará comprendida entre los siguientes - límites:

M A L L A S		Porcentaje que pasa
3/8"	(9.51 mm).....	100
Núm. 4	(4.760 mm).....	95 a 100
Núm. 8	(2.380 mm).....	80 a 100
Núm. 16	(1.190 mm).....	50 a 85
Núm. 30	(0.595 mm).....	25 a 60
Núm. 50	(0.297 mm).....	10 a 30
Núm. 100	(0.149 mm).....	2 a 10

- 2) Los porcentajes mínimos especificados en el cuadro anterior para el material que pasa las mallas Núms. 50 y 100 pueden reducirse a cinco (5) y a cero (0) respectivamente, si el agregado va a ser empleado en concretos con aire incluido con un contenido de cemento de más de doscientos cincuenta (250) kilogramos por metro cúbico, o en concretos sin aire incluido con un contenido de cemento mayor de trescientos (300) kilogramos por metro cúbico, o si se usa un aditivo mineral que supla las deficiencias en las cantidades de material que pasa dichas mallas. Se considera como concreto con aire incluido, el obtenido mediante el empleo de un agente inclusor de aire y con un contenido de aire mayor de tres por ciento (3%).
 - 3) El agregado fino no deberá tener más del cuarenta y cinco por ciento (45%) retenido entre dos (2) mallas consecutivas de las mencionadas en este inciso y su módulo de finura no deberá ser menor de dos punto treinta (2.30) ni mayor de tres punto diez (3.10)
 - 4) Si el módulo de finura varía en más de veinte centésimos (0.20) del valor empleado en el cálculo de las proporciones del concreto, se harán los ajustes necesarios en dichas proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométrica.
- b) De contenido de sustancias perjudiciales:
- 1) Estará comprendido dentro de las tolerancias siguientes:

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	Porcentaje máximo en peso de la muestra total
Partículas delezna bl es.....	1.0
Material que pasa la malla Nú m . 200:	
Para concretos sujetos a desgast e ..	3.0 (a)
Para concretos de cualquier otro t i po.....	5.0 (a)
Carbón y lignit o :	
Para concretos aparent e s.....	0.5
Para concretos de cualquier otro t i po.....	1.0

(a) En el caso de arenas obtenidas por trituración, si el material que pasa la malla Nú**m**. 200 está formado por el polvo producto de la trituración, exento de arcillas o pizarras, estos límites pueden aumentar hasta el cinco por ciento (5%) y siete por ciento (7%), respectivamente.

2) No deberán tener impurezas orgánicas en cantidad tal, que produzcan una coloración más oscura que la estándar, determinada con el método de prueba indicado en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6. Cuando no pase esta prueba, se podrá emplear si se demuestra que la coloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón mineral, lignito o partículas similares; o bien, si al probarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, su resistencia relativa a la compresión a siete (7) y veintiocho (28) días, es mayor del noventa y cinco por ciento (95%), calculada de acuerdo con el método de prueba citado en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

3) El agregado fino que se emplee en concretos que vayan a estar sujetos a humedecimientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húme**u**

dos, no deberá contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200%) a la edad de un (1) año, probados como se indica en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6. En casos especiales en que los agregados finos contengan materiales que tengan reactividad, la Secretaría se reserva el derecho de hacer todos los estudios que considere necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

c) De intemperismo acelerado:

- 1) Con excepción de lo previsto en los subpárrafos 2) y 3) de este Párrafo, el agregado fino sujeto a los cinco (5) ciclos de la prueba de intemperismo acelerado, no deberá tener una pérdida, en peso, mayor de diez por ciento (10%) cuando se emplee sulfato de sodio o de quince por ciento (15%) cuando se emplee sulfato de magnesio. La pérdida deberá calcularse en una muestra que cumpla los requisitos de granulometría, indicados en el párrafo (004-E.02.a) de este Capítulo.
- 2) El agregado fino que no satisfaga los requisitos del sub-párrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio, a juicio de la Secretaría, en condiciones similares de intemperismo.
- 3) Un agregado fino del cual no se tengan antecedentes y no satisfaga los requisitos del sub-párrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse siempre y cuando se obtengan

con él buenos resultados en concretos su
Jetos a pruebas de congelación y deshielo.

004-E.03 El agregado grueso podrá ser grava natural, - grava triturada o escorias de altos hornos enfriadas en aire o una combinación de dichos materiales, que satis faga los requisitos que se fijan a continuación:

a) De granulometría, indicados en la tabla V.

b) De contenido de sustancias perjudiciales:

1) Estará comprendido dentro de las toleran cias siguientes:

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	Porcentaje máximo en peso de la muestra total
Partículas deleznable.....	0.25
Partículas suaves.....	5.0
Pedernal como impureza (a) que se de- sintegre en los cinco (5) ciclos de la prueba de sanidad o aquel que - tenga una densidad relativa, satura do y superficialmente seco, menor - de dos punto treinta y cinco (2.35):	
Para condiciones severas de expo- sición.....	1.0
Para condiciones medias de exposi- ción.....	5.0
Material que pasa la malla Núm. 200..	1.0 (b)
Carbón mineral y lignito:	
Para concretos aparentes.....	0.5
Para concretos de cualquier otro tipo.....	1.0

(a) Las limitaciones de sanidad de estos agregados debe rán estar basadas adicionalmente en la experiencia tenida por el comportamiento en el medio ambiente - en que se empleen, todo ello a juicio de la Secreta ría.

(b) En el caso de agregados triturados, si el material que pasa la malla No. 200, constituido por el polvo pro ducto de la trituración, está exento de arcillas o pizarras, el porcentaje puede ser uno punto cinco - (1.5).

2) El agregado grueso que se use en concre- tos que vayan a estar sujetos a humedeci-

TABLA V. GRANULOMETRIA PARA AGREGADO GRUESO

TAMAÑO NOMINAL	POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR LAS MALLAS												
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Núm. 4	Núm. 8	Núm. 16
101.6 mm	100	88.9 mm	76.1 mm	64.0 mm	50.8 mm	38.1 mm	25.4 mm	19.0 mm	12.7 mm	9.51 mm	4.76 mm	2.38 mm	1.19 mm
88.9 mm a 38.1 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
3 1/2" a 1 1/2"													
64.0 mm a 38.1 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2 1/2" a 1 1/2"				100	95 a 100				10 a 30		0 a 5		
50.8 mm a 4.76 mm							35 a 70			10 a 30			
2" a Núm. 4													
38.1 mm a 4.76 mm					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
1 1/2" a Núm. 4													
25.4 mm a 4.76 mm						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
1" a Núm. 4													
19.0 mm a 4.76 mm							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
3/4" a Núm. 4													
12.7 mm a 4.76 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
1/2" a Núm. 4													
9.51 mm a 2.38 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
3/8" a Núm. 8													
50.8 mm a 25.4 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
2" a 1"													
38.1 mm a 19.0 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
1 1/2" a 3/4"													

mientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, no deberá contener material que reaccione perjudicialmente con los álcalis del cemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200 %) a la edad de un (1) año, probados como se indica en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6. En casos especiales en que los agregados gruesos contengan materiales que tengan reactividad, la Secretaría se reserva el derecho de hacer todos los estudios que considere necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

c) De peso volumétrico. La escoria de altos hornos, que satisfaga los requisitos granulométricos para emplearse en la elaboración de concreto, deberá tener un peso volumétrico compacto no menor de mil ciento veinte (1,120) kilogramos por metro cúbico.

d) De intemperismo acelerado:

- 1) Con excepción de lo previsto en los subpárrafos 2) y 3) de este párrafo, el agregado sujeto a los cinco (5) ciclos de la prueba de intemperismo acelerado, deberá tener una pérdida, en peso, no mayor del doce por ciento (12%) cuando se emplee sulfato de sodio o de dieciocho por ciento (18%) cuando se use sulfato de magnesio. La pérdida deberá calcularse en una muestra que cumpla los requisitos de granulometría indicados en el párrafo (004-E.03.a) de este Capítulo.

- 2) El agregado grueso que no satisfaga los requisitos del sub-párrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse cuando un concreto

de propiedades comparables, hecho con a gregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio, a juicio de la Secretaría en condiciones similares de intemperismo.

- 3) Un agregado grueso del cual no se tengan antecedentes y no satisfaga los requisitos del sub-párrafo 1) de este párrafo, - puede aceptarse siempre y cuando se obtengan con él buenos resultados en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo y se obtengan concretos cuya resistencía sea superior a la de proyecto.

e) De resistencia al desgaste:

- 1) Con excepción de lo prescrito en el sub párrafo 2) de este párrafo, el agregado - grueso ensayado al desgaste deberá tener una pérdida no mayor del cincuenta por - ciento (50%), en peso. Esta pérdida debe rá determinarse en el tamaño o tamaños de prueba más semejantes a los correspondientes en granulometrías que los que se van a emplear en el concreto. Cuando se empleen varias granulometrías, el límite de pérdida por desgaste deberá aplicarse en cada una.
- 2) A juicio de la Secretaría y cuando el concreto se utilice para la formación de un elemento estructural que no está sujeto a la abrasión, el agregado grueso que tenga una pérdida al desgaste mayor del cincuenta por ciento (50%), en peso, podrá usarse siempre y cuando con dicho agregado se obtenga una resistencia satisfactoria en el concreto.

004-E.04 El muestreo de los agregados para concreto y la determinación de sus propiedades de granulometría, -

cantidades de material que pasan la malla Núm. 200, im pureza orgánica y efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia del concreto, resistencia a la compre sión, resistencia a la flexión, intemperismo acelerado, partículas deleznable, partículas ligeras (carbón y lignito), peso de la escoria, desgaste del agregado grueso, módulo de finura, partículas suaves, agregados reactivos y congelamiento y deshielo, deberán efectu arse de acuerdo con los métodos que se describen en el Ca pítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-F AGREGADOS LIGEROS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL

004-F.01 Los Agregados Ligeros para Concreto Estru ctural son los materiales que se emplean en la elaboración de concreto estructural, el cual tiene como caracteris ticas fundamentales, su bajo peso volumétrico y su re sistencia a la compresión limitada. Deberán estar cons tituidos predominantemente por materiales inorgánicos de estructura celular.

004-F.02 En esta Cláusula no se incluyen los agregados ligeros para emplearse en concretos a prueba de fuego, rellenos y elementos de concreto cuyo diseño se base en pruebas de carga y no en procedimientos convencionales de diseño.

004-F.03 Los agregados ligeros, tratados o no, pueden ser entre otros:

- a) Los preparados por expansión, calcinación o fusión incipiente de productos tales como: escorias de altos hornos, arcillas comunes, diatomitas, cenizas volantes, lutitas y pi zarras.
- b) Los preparados mediante otros tratamientos de materiales naturales tales como: piedra pómez, perlitas, tezontles, escorias y to bas.

004-F.04 Los agregados ligeros deberán reunir los re quisitos que se fijan a continuación:

- a) De granulometría, indicados en la Tabla - Núm. VI.
- b) De finura: Si el módulo de finura varía en más del siete por ciento (7%) del valor empleado en el cálculo de las proporciones del concreto, se harán los ajustes necesarios en dichas proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométrica.
- c) De peso volumétrico, los siguientes:

TIPO DE MATERIAL	Peso volumétrico seco y suelto, ³ máximo, en kg/m ³
Agregado fino.....	1 120
Agregado grueso.....	880
Agregados fino, grueso y combinados.	1 040

- d) De variación de peso volumétrico. El peso volumétrico de los diferentes lotes de agregados ligeros, no deberá diferir en más del diez por ciento (10%) del valor fijado en el proyecto.
- e) De contenido de sustancias perjudiciales de acuerdo con los siguientes límites:
 - 1) No deberán tener impurezas orgánicas en cantidad tal, que produzcan una coloración más oscura que la estándar, determinada con el método de prueba indicado en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6. Cuando no pasen esta prueba, se podrán emplear si se demuestra que la coloración se debe principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de materiales que no

TABLA VI. GRANULOMETRIA

POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR LAS MALLAS									
TIPO DEL AGREGADO	1" 25.4 mm	3/4" 19.0 mm	1/2" 12.7 mm	3/8" 9.51 mm	Núm. 4 4.76 mm	Núm. 8 2.38 mm	Núm. 16 1.19 mm	Núm. 50 0.297 mm	Núm. 100 0.149 mm
AGREGADO FINO				100	85 a 100		40 a 80	10 a 35	5 a 25
4.76 mm a 0 mm (Núm. 4 a 0)									
AGREGADO GRUESO									
25.4 mm a 12.7 mm (1" a 1/2")	95 a 100		0 a 10						
25.4 mm a 4.76 mm (1" a Núm. 4)	95 a 100		25 a 60		0 a 10				
19.0 mm a 4.76 mm (3/4" a Núm. 4)	100	90 a 100		20 a 60	0 a 10				
12.7 mm a 4.76 mm (1/2" a Núm. 4)		100	90 a 100	40 a 80	0 a 20	0 a 10			
9.51 mm a 2.38 mm (3/8" a Núm. 8)			100	80 a 100	5 a 40	0 a 20			
AGREGADOS FINO Y GRUESO COMBINADOS									
12.7 mm a 0 mm (1/2" a 0")		100	95 a 100		50 a 80			5 a 20	2 a 15
9.51 mm a 0 mm (3/8" a 0")			100	90 a 100	65 a 90	35 a 65		10 a 25	5 a 15

perjudican al concreto.

- 2) En la prueba de manchado, si resultan con la clasificación de "mancha intensa" o con grado mayor mediante la prueba visual, los agregados deberán probarse por el procedimiento químico y si el resultado es mayor de uno punto cinco (1.5) miligramos de óxido férrico (Fe_2O_3) se rechazarán. Este requisito se establece para definir el grado de manchado que se puede esperar con el uso de agregados ligeros que con tengan compuestos de hierro que puedan o no producir manchas en la superficie del concreto.
- f) De contenido de partículas deleznables. La cantidad de partículas deleznables no deberá ser mayor de dos por ciento (2%) del peso seco del agregado ligero.
- g) De pérdida por calcinación. No deberá ser mayor del cinco por ciento (5%) en peso. Ciertos agregados procesados pueden ser de carácter hidráulico y pueden hidratarse parcialmente durante su producción; si esto ocurre, la calidad del producto no se reduce con ello. Otros agregados pueden contener carbonatos inocuos o agua de cristalización que puede contribuir a la pérdida por calcinación. En consecuencia, debe tomarse en consideración el tipo de material cuando se evalúa el producto en términos de la pérdida por calcinación.

004-F.05 Los especímenes de concreto elaborados con los agregados ligeros deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- a) De resistencia y peso volumétrico:

- 1) Se podrán utilizar los agregados ligeros para fabricar concreto estructural, cuando en la muestra de una bacha de concreto se cumplan uno (1) o más de los requisitos de resistencia a la compresión y de los de la resistencia a la tensión, indicados en el sub-párrafo 3) de este párrafo, sin que se exceda del peso volumétrico máximo correspondiente.
- 2) Puede usarse arena natural para sustituir parte o todo el material fino del agregado ligero, siempre y cuando el concreto que finalmente se fabrique cumpla con la proporción de materiales especificada. La arena natural que se utilice deberá cumplir con los requisitos que se indican en el inciso (004-E.02) de este Capítulo.
- 3) Los valores de resistencia a la compresión y de peso volumétrico, tomados del promedio de tres (3) especímenes y el de resistencia a la tensión, tomado del promedio de ocho (8) especímenes, deberán ser los que se fijan en la siguiente tabla.

PESO VOLUMETRICO MAXIMO kg/m3	RESISTENCIA MINIMA A LOS 28 DIAS DE EDAD kg/cm2 (a)	
	Tensión (b)	Compresión
1 840	20	280
1 760	20	210
1 680	20	175

- (a) Los valores intermedios de resistencia y sus correspondientes de peso volumétrico pueden obtenerse por interpolación.
- (b) Se podrán usar los materiales que no cumplan con este requisito, siempre y cuando se modifiquen los valores de diseño, tomando en cuenta el valor bajo obtenido.

- b) De contracción por secado. No deberá ser mayor de diez centésimos por ciento (0.10%), de acuerdo con el método de prueba descrito en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.
- c) De huellas de burbujas reventadas. No deberán presentar huellas de burbujas reventadas, de acuerdo con el método de prueba descrito en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.
- d) De durabilidad. Deberá cumplir con los requisitos que en cada caso fije el proyecto y se determinará mediante la prueba de congelamiento y deshielo, efectuada en especímenes de mezclas hechas con los agregados - de que se trate, siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo (01.02.004) - del Libro 6.

004-F.06 El muestreo de los agregados ligeros para concreto estructural y la determinación de sus propiedades de granulometría, peso volumétrico, impurezas orgánicas, módulo de finura, partículas deleznable, pérdida por -calcinación, manchado, resistencia a la compresión, peso volumétrico del concreto, contracción por secado del concreto, huellas de burbujas reventadas, intemperismo acelerado y congelación y deshielo, deberán efectuarse - de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-G AGUA PARA CONCRETO

004-G.01 Es la que se emplea en la elaboración de concreto.

004-G.02 El agua deberá estar libre de materias perjudiciales, tales como aceite, grasas, etc.

004-G.03 El agua deberá satisfacer los siguientes re

quisitos químicos:

a) Agua para elaboración del concreto:

Sulfatos (convertidos a Na_2SO_4)

máximo..... 1 000 p.p.m

Cloruros (convertidos a NaCl) -

máximo..... 1 000 p.p.m

Materia orgánica (óxido consumi

do en medio ácido) máximo..... 50 p.p.m

Turbiedad, máximo..... 1 500 p.p.m

b) Agua para el curado y para lavado de agregados:

Sulfatos (convertidos a Na_2SO_4)

máximo..... 1 500 p.p.m

Cloruros (convertidos a NaCl) -

máximo..... 2 000 p.p.m

004-G.04 A juicio de la Secretaría, cuando el agua no cumpla los requisitos del inciso anterior, se deberán efectuar pruebas comparativas de resistencia a la compresión entre cilindros de concreto o especímenes de mortero elaborados con los mismos agregados, cemento, proporciones, consistencia, mezclado, curado, etc. y - el agua que se desea emplear y otros con agua destilaada. Teniendo ya los resultados de resistencia con especímenes elaborados con ambas aguas, se podrán hacer los ajustes de proporcionamiento necesarios, en el concreto hecho con el agua en estudio, para igualar o por lo menos obtener un noventa por ciento (90%) de la resistencia obtenida en el concreto elaborado con el agua destilada.

004-G.05 El agua que contenga sulfatos en proporción mayor al valor indicado en el inciso (004-G.03 de este

Capítulo, podrá usarse solamente cuando lo autorice la Secretaría.

004-G.06 El contenido de impurezas deberá ser tal que no produzca un incremento mayor del veinticinco por ciento (25%) en el tiempo de fraguado del concreto en comparación con el determinado con agua destilada.

004-G.07 El muestreo del agua para concreto y la determinación de sus propiedades de composición química, resistencia a la compresión de morteros, resistencia a la compresión de concretos, presencia de aceites y grasas, turbiedad y tiempo de fraguado del concreto deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-H ADITIVOS PARA CONCRETO

004-H.01 Son todos los materiales que se usan para modificar algunas de las características del concreto hidráulico. Se dividen en siete (7) tipos, cuyos efectos se indican a continuación:

Tipo A. Aditivos reductores de agua. Son los que permiten:

- 1) Incrementar la resistencia al reducir la relación agua-cemento, conservando la consistencia.
- 2) Aumentar la trabajabilidad para una resistencia dada.

Tipo B. Aditivos retardantes de fraguado. Son los que retardan el fraguado del concreto para aumentar el tiempo de manejo antes de su colocación.

Tipo C. Aditivos acelerantes de fraguado. Son los que aceleran el fraguado y permiten obtener mayor resistencia del con

creto a corta edad del concreto.

Tipo D. Aditivos reductores de agua y retardantes de fraguado. Son los que proporcionan efectos combinados de los tipos A y B.

Tipo E. Aditivos reductores de agua y acelerantes de fraguado. Son los que proporcionan efectos combinados de los tipos A y C.

Tipo F. Aditivos reductores de agua con acción más elevada. Son los que proporcionan una reducción mayor de agua que la que produce el tipo A.

Tipo G. Aditivo reductor de agua de acción elevada y retardante. Son los que proporcionan una reducción mayor de agua que la que produce el tipo D.

004-H.02 La Secretaría verificará que el aditivo suministrado en el campo, para su uso, sea igual en su comportamiento y en su caso, en su composición, al aditivo presentado como muestra, ensayado y aprobado previamente. Las pruebas previas para la aprobación de aditivos se harán usando el cemento, los agregados y el agua, propuestos para cada trabajo específico.

004-H.03 Los aditivos que contengan cloruros, no deberán usarse en concreto presforzado, en vista de que pueden acelerar la corrosión del acero de presfuerzo.

004-H.04 La Secretaría fijará o aceptará, en cada caso el tipo de aditivo para concreto que se utilizará en las obras que así lo requieran.

004-H.05 El concreto en el cual se use alguno de los siete (7) tipos de aditivos citados en el inciso (004-H.01), deberá cumplir con los requisitos físicos señalados.

dos en la tabla Núm. VII.

004-H.06 El aditivo que permanezca debidamente almacenado por más de seis (6) meses, después de las pruebas de control correspondientes, deberá ser muestreado y probado nuevamente antes de usarlo.

004-H.07 En un concreto sin aire incluido artificialmente no deberán usarse aditivos que produzcan un valor de aire incluido mayor de tres por ciento (3%). En un concreto con aire incluido no deberán usarse aditivos que produzcan un valor de aire incluido artificialmente mayor del siete por ciento (7%).

004-H.08 El muestreo de los aditivos para concreto y la determinación de las propiedades que imparten a este en tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, adherencia, variación de longitud, congelación y deshielo y contenido de -aire, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-I AGENTES INCLUSORES DE AIRE PARA CONCRETO

004-I.01 Son los materiales que se agregan al concreto durante su elaboración, con el fin de incorporar aire en el mismo.

004-I.02 Los agentes inclusores de aire deberán cumplir los requisitos siguientes:

- a) El sangrado del concreto elaborado con un agente inclusor de aire, no deberá exceder en más de dos (2) puntos del porcentaje con respecto al del espécimen de concreto hecho con resina de Vinsol neutralizada, escogida como agente patrón inclusor de aire.
- b) La resistencia a la compresión a cualquier

TABLA VII.- REQUISITOS FISICOS DEL CONCRETO CON ADITIVO (a).

CONCEPTO	TIPO A REDUCTOR DE AGUA	TIPO B RETARDANTE	TIPO C ACELERANTE	TIPO D REDUCTOR DE AGUA Y RETARDANTE	TIPO E REDUCTOR DE AGUA Y ACELERANTE	TIPO F REDUCTOR DE AGUA DE ACCION ELEVADA	TIPO G REDUCTOR DE AGUA DE ACCION ELEVADA Y RETARDANTE (e)
Contenido de agua - respecto a la mez- cla de control (mez- cla sin aditivo), % máx.	95			95	95	88	88
Tiempo de fraguado. Intervalo tolerable respecto al tiempo de fraguado de la - mezcla de control, hr. y min. Fraguado inicial: No menos de No más de Fraguado final: No menos de No más de		1:00 después 3:30 después	1:00 antes 3:30 antes	1:00 después 3:30 después	1:00 antes 3:30 antes	1:00 antes, ni 1:30 después	1:00 después 3:30 después
	1:00 antes, ni 1:30 después		1:00 antes	3:30 después	1:00 antes	1:00 antes, ni 1:30 después	3:30 después
Resistencia a la - compresión respecto a la mezcla de con- trol, % mín. (b)							
1 día						140	125
3 días	110	90	125	110	125	125	125
7 días	110	90	100	110	110	115	115
28 días	110	90	100	110	110	110	110
6 meses	100	90	90	100	100	100	100
1 año	100	90	90	100	100	100	100
Resistencia a la - flexión respecto a - la mezcla de control % mín. (b)							
3 días	100	90	100	100	110	110	110
7 días	100	90	100	100	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100	100	100
Cambio de longitud, contracción máxima - (requisitos alternos) (c)							
Por ciento respecto a la mezcla de con- trol	135	135	135	135	135	135	135
Por ciento de incre- mento sobre la mez- cla de control	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Factor de durabili- dad relativa, mín. - (d)	80	80	80	80	80	80	80

(a) Los valores de la tabla incluyen tolerancias para variaciones normales en los resultados de las pruebas. El objeto del requisito del 90% en la resistencia a la compresión para el aditivo de Tipo B es asegurar un nivel de comportamiento comparable al del concreto que sirve de referencia.

(b) La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contenga el aditivo bajo estudio, a determinada edad de prueba, no será menor del 90% de la resistencia alcanzada a cualquier edad de prueba anterior. El objeto de este límite es asegurar que la resistencia a la compresión o a la flexión del concreto que con tenga el aditivo en estudio, no disminuya con la edad.

(c) Requisitos alternos. Se aplica el límite del porcentaje respecto a la mezcla de control cuando el cambio de longitud en la mezcla de control es de 0.030% ó más. Se aplica el límite del porcentaje de incremento sobre la mezcla de control, cuando el cambio de longitud en la mezcla de control es menor de 0.030%.

(d) Este requisito sólo es aplicable cuando el aditivo va a usarse en concreto con aire incluido, que puede que dar expuesto a ciclos de congelación y deshielo mientras esté húmedo.

(e) Siempre que sea práctico, es recomendable que las pruebas se hagan usando el cemento, la puzolana, los agregados, el agente inclusor de aire, así como el proporcionamiento y el sistema de producción de batch propuestos para el trabajo particular de que se trate, ya que los efectos específicos producidos por los aditi-

edad de prueba del concreto que contenga un agente inclusor de aire, no deberá ser menor del noventa por ciento (90%) de la resistencia a la misma edad, del concreto elaborado con el agente patrón inclusor de aire.

- c) El factor de durabilidad relativo del concreto que contenga un agente inclusor de aire, no deberá ser menor del ochenta por ciento (80%) del factor de durabilidad del concreto elaborado con el agente patrón inclusor de aire.
- d) Cuando un agente inclusor de aire se vaya a usar en concreto para estructuras donde sea de especial importancia la resistencia a la flexión, a la adherencia o a los cambios volumétricos:
 - 1) La resistencia a la flexión a cualquier edad de prueba del concreto no deberá ser menor del noventa por ciento (90%) de la resistencia a la misma edad de la del concreto elaborado con el agente patrón inclusor de aire.
 - 2) La resistencia a la adherencia a veintiocho (28) días de edad del concreto no deberá ser menor del noventa por ciento (90%) de la del concreto elaborado con el agente patrón inclusor de aire.
 - 3) La variación de longitud al secado a los catorce (14) días de edad del concreto no deberá ser mayor del ciento veinte por ciento (120%) de la del concreto elaborado que contenga el agente patrón inclusor de aire. Si la variación de longitud del

concreto patrón al final de los catorce (14) días de secado es menor de treinta milésimos por ciento (0.030%), el incremento en la variación de longitud al secado del concreto con el agente inclusor de aire, no deberá ser mayor de seis milésimos por ciento (0.006%), de la variación en longitud del concreto patrón.

- e) El tiempo de fraguado tanto inicial como final del concreto que contenga un agente inclusor de aire, no deberá variar de una (1) hora quince (15) minutos, en más o en menos, de los tiempos de fraguado del concreto elaborado con el agente patrón inclusor de aire.

004-I.03 La Secretaría verificará que el agente inclusor de aire suministrado en el campo, para su uso, sea igual en su comportamiento y en su caso, en su composición, al agente inclusor de aire presentado como muestra, ensayado y aprobado previamente. Las pruebas previas para la aprobación de un agente inclusor de aire se harán con los mismos ingredientes del concreto propuesto para cada trabajo específico.

004-I.04 Los agentes inclusores de aire que contengan cloruros, no deberán usarse en concreto presforzado, en vista de que pueden acelerar la corrosión del acero de presfuerzo.

004-I.05 La Secretaría fijará y aceptará, en cada caso, el tipo de agente inclusor de aire que se utilizará en las obras que así lo requieran.

004-I.06 El agente inclusor de aire que permanezca debidamente almacenado por más de seis (6) meses, después de las pruebas de control correspondientes, deberá ser

muestreado y probado nuevamente antes de usarlo.

004-I.07 El muestreo de los agentes inclusores de aire para concreto y la determinación de las propiedades de sangrado, resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia a la flexión, adherencia, variación de longitud y tiempo de fraguado del concreto, deberá efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-J PUZOLANAS

004-J.01 Las puzolanas son materiales silicosos o silico aluminosos que poseen poco o ningún valor cementante por sí mismos, pero que finamente pulverizados y en presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes. Las puzolanas se dividen en tres (3) clases:

- a) Puzolanas de clase N, que son las que se encuentran en estado nativo o calcinadas y que pueden ser algunas tierras diatomáceas, horstenos opalinos, pizarras, tobas, cenizas volcánicas o pumíticas, diferentes materiales productos de la calcinación de los ya mencionados o bien de la calcinación de algunos tipos de arcillas.
- b) Puzolanas de clase F, que son las cenizas volantes finamente divididas, obtenidas como residuo de la combustión del carbón o de algunas tierras que son transportadas de la cámara de combustión por los gases de escape.
- c) Puzolanas de clase S, que pueden ser ciertas pómez procesadas y algunas pizarras, arcillas o diatomitas calcinadas.

004-J.02 Estas normas cubren las puzolanas ya sean naturales o las producidas por calcinación, que se usen como aditivos en el concreto de cemento Portland.

004-J.03 Las puzolanas deberán cumplir con los requisitos químicos fijados en el siguiente cuadro:

C O N C E P T O S	CLASE DE PUZOLANA		
	N	F	S
Sílice más alúmina más óxido férri co. ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$), en por ciento mínimo.....	70.0	70.0	70.0
Oxido de magnesio (MgO), en por - ciento, máximo.....	5.0		5.0
Trióxido de azufre (SO_3), en por - ciento, máximo.....	3.0	5.0	3.0
Humedad, en por ciento, máximo....	3.0	3.0	3.0
Pérdida por ignición, en por cien- to máximo.....	10.0	12.0	10.0
Alcalis disponible como óxido de - sodio (Na_2O), en por ciento, máxi mo (a).....		1.5	1.5

(a) Aplicable sólo cuando se usen con agregados reactivos y se requiera que el cemento tenga limitación - en el contenido de álcalis, a juicio de la Secretaría.

004-J.04 Las puzolanas deberán cumplir con los requisitos físicos siguientes:

CONCEPTOS	CLASE DE PUZOLANA		
	N	F	S
Finura:			
Area superficial de las partículas, en centímetros cuadrados por centímetros cúbicos, mínimo.....	12 000	6 500	6 500
Retenido por vía húmeda en la malla Núm. 325, en por ciento máximo.....	12.0		
Resistencia a la compresión en cubos de mortero, en por ciento respecto al espécimen patrón:			
A siete (7) días, mínimo...		100	100
A veintiocho (28) días, mínimo.....		100	100
Indice de actividad puzolánica:			
(a)			
Con cemento Portland, a veintiocho (28) días, en por ciento respecto al espécimen patrón, mínimo.....	75	85	85
Con cal, a siete (7) días, en kilogramos por centímetro cuadrado, mínimo.....	55	55	55
Agua requerida, en por ciento - respecto al espécimen patrón, máximo.....	115	105	105
Incremento en la contracción por secado de barras de mortero, a veintiocho (28) días, en por ciento, máximo.....	0.03	0.03	0.03
Sanidad: (b)			
Expansión o contracción en autoclave, en por ciento, máximo.....	0.05	0.05	0.05
Aire incluido en el concreto (c) con relación al espécimen patrón, máximo.....	2.0 (d)		

C O N C E P T O S	CLASE DE PUZOLANA		
	N	F	S
Requisitos de homogeneidad:			
La superficie específica y la densidad de muestras individuales no deberán variar del promedio establecido por las diez (10) muestras precedentes o por todas ellas si son menor de diez (10), en más de:			
Superficie específica, variación respecto al promedio, en por ciento máximo.	15	15	15
Densidad, variación respecto al promedio, en por ciento, máximo.....	5	5	5
Como complemento cuando se especifique concreto con aire incluido, la cantidad de agente inclusor de aire requerido para producir un contenido de aire de dieciocho por ciento (18%) en volumen del mortero, no deberá variar del promedio establecido por las diez (10) pruebas precedentes o por todas ellas si son menores de diez (10), en más de, en por ciento.....	20	20	20
Reactividad con los álcalis del cemento: (e)			
Reducción en la expansión del mortero, a los catorce (14) días, en por ciento, mínimo.	75		
Expansión del mortero, a los catorce (14) días, en por ciento máximo.....	0.020	0.020	0.020

(a) Ninguno de los dos (2) índices de actividad puzolánica deben considerarse como una medida de la resistencia a la compresión del concreto que contenga puzolana. El índice con cemento Portland se determina en una prueba acelerada y su objeto es valuar la contribución que se espera de la puzolana en el desarrollo de una mayor resistencia del concreto.

- (b) El espécimen debe permanecer compacto y duro y no - mostrar distorsión, agrietamiento, porosidades o de sintegración, cuando se someta a la prueba de expansión en autoclave.
- (c) Aplicable sólo si se indica concreto con aire in - cluido. El contenido de aire recomendado es adecuado para el concreto que pueda estar sujeto a congelación y deshielo.
- (d) Si se excede de este límite, la mezcla de prueba deberá cumplir con lo indicado en la cláusula (004-I) de este Capítulo.
- (e) Las pruebas indicadas para la reactividad con los - álcalis del cemento son optativas y sus requisitos alternos deberán aplicarse solamente a petición de la Secretaría; dichos requisitos serán necesarios solamente cuando se empleen puzolanas junto con agregados que contengan potencialidad para reaccionar con los álcalis del cemento.

004-J.05 El uso de las puzolanas en la mayoría de los casos, logrará incrementar la cantidad requerida de un producto incluidor de aire para producir un concreto con cierto contenido de aire. Algunos agentes includores - de aire contienen sustancias que aceleran o retardan el fraguado y la velocidad de endurecimiento del concreto; por lo tanto, si el uso de las puzolanas afecta la proporción del agente includor de aire en el concreto, deberá valuarse la variación en las características men cionadas en este Inciso, con objeto de establecer su significado en los requisitos de trabajo.

004-J.06 La cantidad óptima de puzolana para un proyecto en particular, se determinará por las características del concreto y sus constituyentes y se establecerá por investigación. La relación de pesos entre la puzolana y el cemento Portland especificados en la prueba para determinar el índice de actividad - puzolánica, no debe ser considerada como la proporción recomendada en el concreto que va a usarse en la obra.

004-J.07 El muestreo de la puzolana y la determinación de sus propiedades de composición química, finura por vía húmeda, resistencia a la compresión, índice de actividad puzolánica con cemento Portland, índice de actividad puzolánica con cal, agua requerida, contracción por secado, sanidad en autoclave, contenido de aire en el concreto, requisitos de homogeneidad, cantidad de agente inclusor de aire y reactividad con los álcalis del cemento, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-K CLORURO DE CALCIO

004-K.01 Es un material que se utiliza como acelerador del endurecimiento del concreto y curado del mismo.

004-K.02 Se consideran los dos (2) tipos siguientes:

Tipo 1. Cloruro de calcio normal, en forma de escamas.

Tipo 2. Cloruro de calcio concentrado, en forma de escamas o granulado.

004-K.03 Deberá cumplir los siguientes requisitos químicos:

C O N C E P T O S	TIPO 1	TIPO 2
Cloruro de calcio (CaCl_2), por ciento mínimo.....	77.0	94.0
Total de cloruros alcalinos, medidos en base a cloruro de sodio (NaCl), por ciento, máximo.....	2.0	5.0
Magnesio total medido en base a cloruro de magnesio (MgCl_2), por ciento, máximo.....	0.5	0.5
Otras impurezas (no incluyendo agua), por ciento, máximo.....	1.0	1.0

004-K.04 Deberá cumplir con los siguientes requisitos granulométricos:

M A L L A	POR CIENTO QUE PASA
3/8" (9.51 mm).....	100
Núm. 4 (4.76 mm).....	80 a 100
Núm. 30 (0.595 mm).....	0 a 5

004-K.05 Deberá ser entregado en envases impermeables, en tambores herméticos o a granel en tanques cerrados.

004-K.06 El muestreo del cloruro de calcio y la determinación de sus propiedades de composición química y granulométrica deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-L LIQUIDOS PARA CURADO DE CONCRETO

004-L.01 Los Líquidos para Curado de Concreto son los que al rociarse sobre superficies de concreto forman una membrana superficial, a fin de retardar la pérdida de agua durante el primer período de endurecimiento.

004-L.02 Esta Cláusula comprende cuatro (4) tipos:

Tipo 1. Claro o translúcido de cualquier color.

Tipo 2. Blanco.

Tipo 3. Gris claro

Tipo 4. Negro

004-L.03 Los líquidos a que se refiere esta Cláusula

son adecuados para emplearse en el curado del concreto no solamente en estado fresco, sino también para concreto ya endurecido inmediatamente después del descimbrado o después de un curado inicial por humedad.

004-L.04 Deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- a) Los ingredientes que se utilicen para su elaboración no deberán ser tóxicos o fácilmente inflamables. No se aceptarán los que contengan benceno, tolueno, tetracloruro de carbono o alcohol metílico.
- b) Los del tipo 1 deberán ser de color claro; tener un colorante temporal que los haga fácilmente visibles sobre la superficie del concreto durante las cuatro (4) primeras horas posteriores a su aplicación. El color, cualquiera que sea, deberá desaparecer dentro de los siete (7) días siguientes a la fecha de su aplicación.
- c) Los del tipo 2 deberán estar constituidos por pigmento blanco finamente molido y un vehículo, mezclados para su uso inmediato, sin alteración. Cuando los compuestos se apliquen a una superficie de concreto nueva en la cantidad especificada, deberán tener una apariencia blanca uniforme y cubrir totalmente el color original del concreto. Cuando se apliquen al concreto en la proporción indicada, estos compuestos deberán tener una reflexión a la luz del día, no menor del sesenta por ciento (60%) de la correspondiente al óxido de magnesio.
- d) Los del tipo 3 deberán estar constituidos por pigmento gris claro finamente molido y

un vehículo, mezclados para su uso inmediato sin alteración. Cuando los compuestos se apliquen a una superficie de concreto nueva en la cantidad especificada, deberán tener una apariencia gris clara uniforme y cubrir totalmente el color original del concreto. Cuando se apliquen al concreto en la proporción especificada, estos compuestos deberán tener una reflexión a la luz del día, no menor del cincuenta por ciento (50%) de la correspondiente al óxido de magnesio.

e) No se establecen requisitos especiales para los compuestos negros tipo 4.

004-L.05 Deberán poderse almacenar por lo menos durante tres (3) meses, sin sufrir alteración alguna.

004-L.06 No deberán sedimentarse al grado que no se pueda restituir su uniformidad mediante agitación moderada.

004-L.07 Cuando los líquidos para curado se apliquen en la proporción fijada, deberán adherirse a la superficie del concreto fresco formando una película continua y uniforme. Cuando aquéllos sequen, la membrana deberá ser continua, flexible y sin agrietamientos o agujeros y deberá permanecer en este estado, por lo menos siete (7) días después de su aplicación.

004-L.08 No deberán reaccionar perjudicialmente con el concreto. Cualquier reblandecimiento en la superficie del concreto tratado deberá considerarse como motivo suficiente para rechazar el producto.

004-L.09 Deberán tener una consistencia tal, que a temperaturas superiores a cinco grados centígrados (5°C) puedan aplicarse fácilmente mediante aspersión, formando una membrana uniforme.

004-L.10 Cuando estos productos se apliquen en la proporción establecida a superficies de concreto húmedas,

deberán secar al tacto en un máximo de cuatro (4) horas bajo las condiciones que adelante se enlistan:

Temperatura..... $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa..... $50 \% \pm 10 \%$

Velocidad mínima del aire.. 180 m/min.

004-L.11 Una vez seco el producto no deberá estar pegajoso ni deberán marcarse huellas o proporcionar características deslizantes cuando se camine sobre él.

004-L.12 Cuando se sometan a prueba de retención de agua, deberá limitarse la pérdida de agua contenida en el espécimen de prueba en el momento de la aplicación del compuesto, a un máximo de cincuenta y cinco milésimas de gramo por centímetro cuadrado de superficie - (0.055g/cm²).

004-L.13 El muestreo de los compuestos líquidos para curado del concreto y la determinación de sus propiedades de retención de agua, reflexión a la luz del día, consistencia y secado, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-M MATERIALES LAMINARES PARA CURADO DE CONCRETO

004-M.01 Los Materiales Laminares son los que se colocan sobre las superficies de concreto hidráulico durante el período de curado, con objeto de reducir las pérdidas de humedad. Los materiales reflejantes de color blanco se emplean también con el objeto de reducir las elevaciones de temperatura en el concreto expuesto a las radiaciones solares.

004-M.02 Los materiales que se consideran en esta Cláusula son los siguientes:

a) Papel impermeable:

1) Color de fábrica

2) Blanco

b) Lámina de polietileno:

- 1) Color de fábrica
- 2) Blanca opaca.
- c) Película de polietileno blanco con trama de fibra de cáñamo.

004-M.03 Los materiales laminares mencionados deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) El papel impermeable debe estar formado por dos (2) hojas unidas con un material bituminoso, en el que están ahogados cuerdas o hilos de fibra entrecruzados en forma de malla, con una separación no mayor de tres punto cinco (3.5) centímetros. El papel deberá ser de color claro, libre de defectos visibles y deberá tener una apariencia uniforme. El papel blanco deberá tener este color por lo menos en una cara y cumplir con todos los otros requisitos.
- b) La lámina de polietileno estará formada por una hoja simple fabricada con resina natural, sin impurezas o colorantes, a excepción del pigmento que se usa en el caso de la lámina blanca opaca. Deberá estar libre de defectos visibles y tener una apariencia uniforme. La de color de fábrica natural deberá ser transparente.
- c) La película de polietileno blanco con trama de fibra de cáñamo, estará hecha de tela impregnada por un lado con polietileno blanco opaco formando una capa de un décimo (0.10) de milímetro de espesor; el polietileno y la tela deberán estar adheridos firmemente para evitar que existan desprendimientos durante el manejo de la lámina. La tela deberá pesar no menos de trescientos (300) gramos por metro cuadrado y el polietileno deberá cumplir con los requisitos indicados en el párrafo b) anterior.

004-M.04 Los materiales laminares deberán cumplir con los requisitos físicos fijados en la tabla Núm. VIII.

004-M.05 Cuando los materiales laminares se sometan a la prueba de retención de agua, deberá limitarse la pérdida de agua contenida en el espécimen de prueba en el momento de su colocación, a un máximo de cincuenta y cinco milésimos de gramo por centímetro cuadrado de su perficie (0.055 g/cm²).

004-M.06 El muestreo de los materiales laminares para curado de concreto y la determinación de sus propiedades de pérdida de humedad, espesor, resistencia a la tensión y alargamiento en las láminas de polietileno, resistencia a la tensión en el papel impermeable y de reflectancia, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-N TUBOS DE CONCRETO SIN REFUERZO

004-N.01 Los Tubos de Concreto sin Refuerzo serán de clase única, a menos que la Secretaría o el proyecto fijen otra cosa.

004-N.02 El concreto deberá ser de cemento Portland, agregados pétreos y agua. Se podrán usar adicionantes cuando la Secretaría lo autorice.

004-N.03 El cemento Portland deberá satisfacer los requisitos indicados en las cláusulas 004-B, C y D de este Capítulo.

004-N.04 Los agregados pétreos deberán satisfacer los requisitos de la cláusula 004-E de este Capítulo, excepto los correspondientes a granulometría.

004-N.05 Los agregados deberán tener un tamaño máximo y una granulometría tal, que al dosificarse y mezclarse con cemento y agua en determinadas proporciones, se obtenga una mezcla homogénea de concreto que produzca tubos que cumplan con los requisitos de diseño y pruebas. En ningún caso el contenido de cemento Portland en la mezcla será menor de trescientos treinta y cinco (335)

TABLA VIII. REQUISITOS FISICOS DE LOS MATERIALES LAMINARES PARA CURADO DE CONCRETO

TIPO DE MATERIALES	ESPESOR NOMINAL mm	RESISTENCIA A LA TENSION, MINIMO				ALARGAMIENTO MINIMO, POR CIENTO		REFLECTAN- CIA, MINIMO, POR CIENTO
		kg/cm de ancho		kg/cm2		Longitu- dinal	Trans- versal	
		Longitu- dinal	Trans- versal	Longitu- dinal	Trans- versal			
Papel impermeable: Color de fábrica.... Blanco.....		5.4 5.4	2.7 2.7					50
Lámina de polietileno Color de fábrica.... Blanca.....	(a) 0.10 (a) 0.10			120 120	85 85	225 225	350 350	70
Película de polietileno: no: Blanco, con trama de fibra de cáñamo....								70

(a) El espesor en cualquier punto no deberá ser menor de setenta y cinco milésimas (0.075) de milímetro.

(b) Las pruebas en sentido longitudinal se refieren, en sentido del producto de fabricación.

kilogramos por metro cúbico de concreto.

004-N.06 Los tubos recién fabricados deberán curarse mediante uno (1) de los métodos descritos a continuación o cualquier otro método o combinación de métodos aprobados por la Secretaría, durante un lapso suficiente para que el concreto adquiera la resistencia de proyecto a los veintiocho (28) días o antes.

- a) A vapor, en el que los tubos se colocan en cámaras libres de fugas, en una atmósfera húmeda mantenida por la introducción de vapor, durante el tiempo y a la temperatura necesarios, para que los tubos alcancen la resistencia de proyecto. La cámara se construirá en tal forma, que permita la circulación del vapor para que esté en contacto con todas las superficies de los tubos.
- b) Con agua, en el que los tubos se cubren con un material saturado de agua, mediante riego por aspersión o cualquier otro método aprobado por la Secretaría, que conserve la pieza húmeda durante el período estipulado.
- c) Combinación de los métodos descritos en los párrafos a y b, por el tiempo que se requiera para que se alcance la resistencia de proyecto.
- d) Con una membrana impermeable que satisfaga los requisitos de la cláusula (01.02.004-L) de este Libro. El líquido deberá aplicarse de tal manera que forme una película continua, la que deberá permanecer intacta hasta que el concreto alcance la resistencia de proyecto. La temperatura del concreto en el momento de la aplicación, no deberá diferir en más de cinco grados centígrados (5°C) de la temperatura ambiente. Antes de aplicar el líquido, todas las superficies deberán conservarse húmedas y mojarse en el mo

mento de la aplicación.

004-N.07 Las dimensiones, la resistencia a la ruptura y la absorción de los tubos, deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla Núm. IX y estar dentro de las tolerancias de dimensiones que se indican en la Tabla Núm. X. Los resultados individuales de varios ensayes para cada tamaño de tubo y para cada lote, deberán registrarse y tabularse separadamente, de tal manera que se aprecie el porcentaje que no satisfaga los requisitos de cada prueba.

004-N.08 Los tubos deberán ser rectos y no se admitirá una variación mayor de un (1) centímetro por metro de longitud, en el alineamiento. Su superficie interior deberá ser lisa y regular.

004-N.09 Los planos de los extremos de los tubos deberán ser perpendiculares a su eje longitudinal.

004-N.10 Los extremos de los tubos deberán tener un acabado tal que cuando estén unidos y junteados, formen una línea continua y uniforme.

004-N.11 Los tubos con pequeñas roturas en los extremos ocurridas durante su manejo, podrán ser recibidos a juicio de la Secretaría, siempre que una vez reparados, cumplan con los requisitos estipulados.

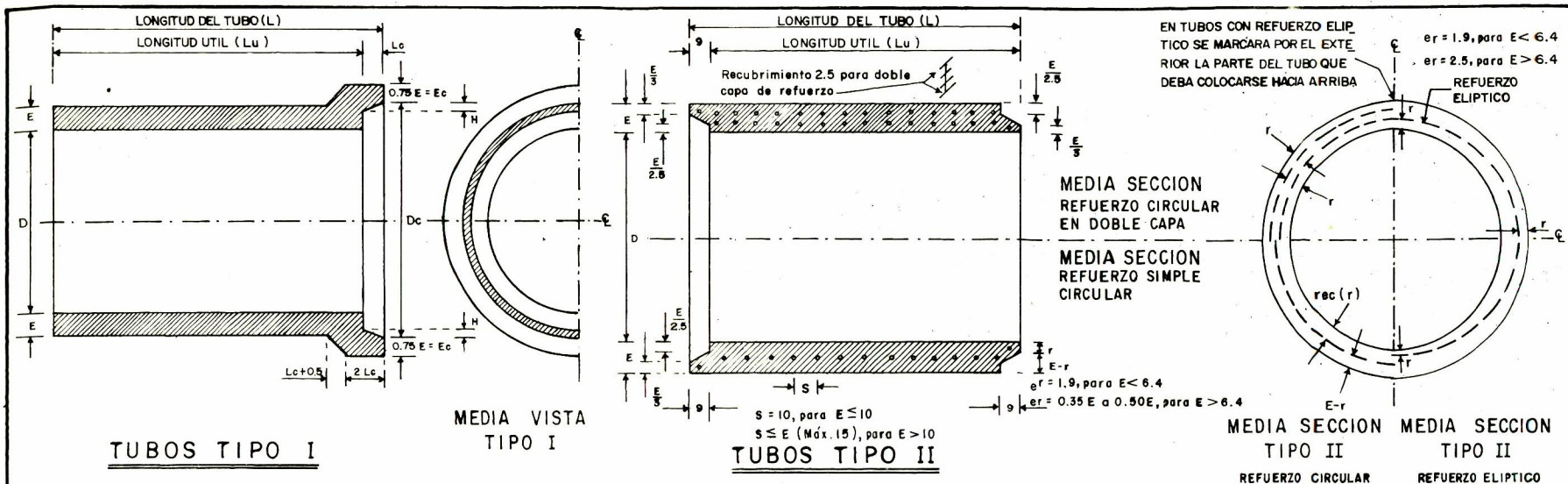
004-N.12 Para la aceptación de piezas especiales de tubos de concreto sin refuerzo, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Deberán satisfacer los requisitos de acabado indicados en los incisos (N.08, N.10 y N.11) de esta Cláusula.
- b) Las conexiones sesgadas (slants) deberán tener un extremo cortado a un ángulo de cuarenta y cinco grados (45°) con respecto a su eje longitudinal.
- c) Los codos deberán ser de noventa grados - (90°), cuarenta y cinco grados (45°) o veintino.

tidos y medio grados (22.5°), según se requiera y deberán satisfacer básicamente la curvatura de proyecto.

004-N.13 La Secretaría podrá rechazar los tubos por alguna de las siguientes causas:

- a) Por variaciones en cualquiera de las dimensiones que excedan a las permisibles, indicadas en la Tabla Núm. X.
- b) Por fracturas o grietas que pasen a través de la campana o del macho, con excepción de aquellos tubos que tengan una (1) sola grieta, siempre que ésta no exceda de cinco (5) centímetros de longitud en cualquiera de sus extremos; o bien que tenga una (1) sola fractura en el macho, que no exceda de ocho (8) centímetros de ancho y cinco (5) centímetros de longitud; a menos que estos defectos existan en más del cinco por ciento (5%) del lote.
- c) Por ampollas en sitios donde la superficie esté rota o que sobresalgan más de tres (3) milímetros de la superficie del tubo.
- d) Por defectos que acusen un mezclado y/o un moldeado defectuoso.
- e) Porque el número de grietas sea tal que se considere que reducen su resistencia, su durabilidad o su vida útil.
- f) Tratándose de tubos rectos, porque existan variaciones de más de diez (10) milímetros por metro, en su alineamiento.
- g) Porque no se produzca un sonido metálico al golpearlos con un martillo ligero estando los tubos en posición vertical apoyados sobre uno de sus extremos.
- h) Por defectos de ajuste en las conexiones con piezas especiales.



TUBOS SIN REFUERZO TIPO I CON CAMPANA

DIAMETRO INTERIOR D		ESPESOR DE PARED E	DIAMETRO INTERIOR DE LA BOCA DE LA CAMPANA Dc	PROFUNDIDAD DE LA CAMPANA Lc	CONICIDAD MINIMA DE LA CAMPANA H: Lc	ESPESOR MINIMO DE LA CAMPANA (a) Ec
NOMINAL	REAL					
10	10.2	1.4	15.2	3.8	1:20	0.75 E PARA TODOS LOS TAMANOS
15	15.2	1.6	21.0	5.1	1:20	
20	20.3	1.9	27.3	5.7	1:20	
25	25.4	2.2	33.0	6.4	1:20	
30	30.5	2.5	38.7	6.4	1:20	
38	38.1	3.2	47.6	6.4	1:20	
45	45.7	3.8	56.5	7.0	1:20	
60	61.0	5.4	74.9	7.6	1:20	

(a) Esta medida se tomará a 6 mm. del extremo de la campana.
(b) Los datos de acero que pueden interpolarse entre los indicados, para otros valores de diámetros y espesor de pared de acuerdo a las cláusulas 004-N y 004-O de las Normas del Libro 4

TUBOS CON REFUERZO TIPO II

DIAMETRO INTERIOR D		REFUERZO EN CENTIMETROS CUADRADOS POR METRO LINEAL DE PARED DEL TUBO (b)			
		CONCRETO DE f'c = 280 kg/cm²			
NOMINAL	REAL	ESPESOR DE PARED E	REFUERZO CIRCULAR EN TUBOS CIRCULARES		REFUERZO ELIPTICO EN TUBOS CIRCULARES cm²/m.
			ARMADO INTERIOR cm²/m.	ARMADO EXTERIOR cm²/m.	
30	30.5	5.1	1.6	—	—
36	38.1	5.7	2.3	—	—
45	45.7	6.4	3.3	—	2.6
53	53.3	7.0	4.7	—	4.0
60	61.0	7.6	6.3	—	5.4
69	68.6	8.3	7.2	—	5.8
75	76.2	8.9	8.2	—	6.5
84	83.8	9.5	6.3	4.7	7.0
90	91.4	10.2	7.0	5.1	7.7
105	106.7	11.4	9.2	6.1	9.1
122	121.9	12.7	9.8	7.5	11.0
137	137.2	14.0	11.6	8.6	12.8
CONCRETO DE f'c = 350 kg/cm²					
150	152.4	15.2	13.7	10.5	15.4
168	167.6	16.5	16.1	12.1	17.9
183	182.9	17.8	18.4	14.0	20.5

El refuerzo elíptico en tubos circulares se utilizará optimamente en lugar del refuerzo circular.

NOTAS:

Las características de los materiales, la fabricación y los detalles de recubrimiento y colocación del acero de refuerzo, en su caso, para la construcción de tubos de concreto simple y reforzado para alcantarillas, deberán satisfacer los requisitos indicados en el Capítulo 004 del Libro 4 Normas de Calidad de los Materiales de la S.C.T.

Será condición indispensable para la aceptación de un lote de tubos que las muestras seleccionadas para ensaye pasen la prueba de carga de los tres apoyos, de acuerdo con lo establecido en la cláusula 01.02.004-O.19 del Libro 4 de Normas de Calidad.

El acero de refuerzo será de alta resistencia, con límite elástico de 4200 kg/cm², como mínimo.

Se dispondrán varillas longitudinales, adecuadamente distribuidas, para mantener la forma y correcta posición del acero de refuerzo, dentro del molde.

Las alcantarillas para ferrocarril o para camino se dimensionarán de acuerdo con el estudio hidráulico y con la resistencia requerida para cada obra pero en ningún caso se proporcionarán tubos con diámetros menores de 75 cm. Sobre los tubos se deberá colocar un colchón (terraplén) que tenga un espesor mínimo de 60 cm.

Los tubos con diámetros menores de 75 cm. se emplearán únicamente para obras auxiliares.

Las dimensiones están en centímetros, excepto las que se indican en otra unidad.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

**TUBOS DE CONCRETO
SIMPLE Y REFORZADO
PARA ALCANTARILLAS**

TABLA IX. REQUISITOS DE DIMENSIONES, DE RESISTENCIA A LA RUPTURA Y DE ABSORCIÓN PARA TUBOS DE CONCRETO SIN REFUERZO, CON CAMPANA (a)

DIÁMETRO INTERIOR		Espesor de pared	Diámetro interior de la boca de la Campana (b)	Profundidad de la Campana	Conicidad mínima de la Campana	Espesor mínimo de la Campana (c)	Carga mínima por el método de tres (3) apoyos	Absorción máxima
Nominal	Real							
cm	D cm	E cm	Dc cm	Lc cm	H: Lc	Ec cm	kg/m	%
10	10.2	1.4	15.2	3.8	1: 20		1490	8
15	15.2	1.6	21.0	5.1	1: 20		1640	8
20	20.3	1.9	27.3	5.7	1: 20		1930	8
25	25.4	2.2	33.0	6.4	1: 20		2080	8
30	30.5	2.5	38.7	6.4	1: 20	0.75 E Pa- ra todos los tama- ños.	2230	8
38	38.1	3.2	47.6	6.4	1: 20		2600	8
45	45.7	3.8	56.5	7.0	1: 20		2980	8
60	61.0	5.4	74.9	7.6	1: 20		3570	8

(a) Ver Figura 2 y tolerancias en Tabla X, de esta cláusula.

(b) Cuando los tubos se proporcionen con espesores de pared mayores que los indicados en la tercera columna, el diámetro interior de la boca de la campana deberá incrementarse en dos (2) veces el aumento del espesor de pared.

(c) Esta medida se tomará a seis (6) milímetros del extremo de la campana.

TABLA X.- TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE TUBOS DE CONCRETO SIN REFUERZO

DIAMETRO INTERIOR		TOLERANCIAS EN				
Nominal	Real	Longitud	Longitud en lados opuestos	Diámetro Interior del tubo y de la boca de la campana $\pm$ cm (a)	Profundidad de la campana -cm (a)	Espesor de pared -cm (a)
cm	D cm	L -cm/m (a)	cm	$\pm$ cm (a)	-cm (a)	-cm (a)
10	10.2	2.1	0.6	0.3	0.3	0.2
15	15.2	2.1	0.6	0.5	0.6	0.2
20	20.3	2.1	0.8	0.6	0.6	0.2
25	25.4	2.1	1.0	0.6	0.6	0.2
30	30.5	2.1	1.0	0.6	0.6	0.2
38	38.1	2.1	1.1	0.6	0.6	0.2
45	45.7	2.1	1.3	0.6	0.6	0.2
60	61.0	3.1	1.4	0.8	0.6	0.3

(a) El signo menos indica que no está limitada la variación en más; el signo más y menos, indica que la variación en dimensiones podrá ser en exceso o en defecto.

- i) Por tener costillas longitudinales en su superficie exterior, en los fabricados por cualquier proceso en que el molde se remueva inmediatamente después de haber vaciado el concreto; lo anterior indica deficiencia de agua en la mezcla. Sin embargo, se hará caso omiso de este requisito si todos los tubos que se sometan a prueba, cumplen con los demás requisitos.

004-N.14 En relación con los tubos para prueba, deberá observarse lo siguiente:

- a) La Secretaría seleccionará los tubos para prueba, en los lugares que previamente señale.
- b) El Contratista proporcionará a la Secretaría, sin cargo alguno, los tubos para las pruebas de resistencia y absorción; éstos serán en un número igual al uno por ciento, (1%) del número de cada uno de los tamaños solicitados, pero en ningún caso serán menos de dos (2) y deberán estar completos y sin defectos.
- c) En caso de que los tubos del primer muestreo obtenidos como se indica en el párrafo - b) anterior, no cumplan con los requisitos de resistencia, se seleccionarán otras dos (2) muestras por cada tubo defectuoso y el lote se aceptará solamente cuando todas estas muestras cumplan con los requisitos que exige esta Cláusula.
- d) Deberán estar libres de toda humedad visible y en estas condiciones, deberán medirse e inspeccionarse, anotándose los resultados.
- e) Los que tengan grietas u otros defectos en forma y dimensiones que excedan los límites permitidos por esta Cláusula o los que colo

cados en posición vertical no produzcan un sonido metálico al golpearse con un martillo, deberán desecharse.

004-N.15 Cada tubo será inspeccionado por la Secretaría, en la fábrica y/o en la obra, para rechazar los que, independientemente de las pruebas físicas indicadas en esta cláusula, no cumplan con los demás requisitos indicados en la misma.

004-N.16 Los tubos deberán marcarse claramente con la fecha de fabricación y el nombre y marca de fábrica. Las identificaciones podrán grabarse o pintarse indeleblemente, en la fábrica.

004-N.17 El muestreo de los tubos de concreto sin refuerzo y la determinación de sus dimensiones, propiedades de resistencia a la ruptura y absorción, deberán efectuarse siguiendo los métodos que se describen en el capítulo (01.02.004) del Libro 6.

004-O TUBOS DE CONCRETO CON REFUERZO

004-0.01 Los tubos de concreto con refuerzo a que se refiere esta Cláusula, son los que se emplean en la construcción de alcantarillas y en la conducción de aguas negras, de desechos industriales y/o de aguas pluviales.

004-0.02 En esta Cláusula se hará referencia exclusivamente a la fabricación y recepción de los tubos.

004-0.03 Los tubos deberán ser de una sola clase y los requisitos de diseño y resistencia se indican en la Tabla Núm. 11.

004-0.04 El concreto deberá estar constituido por cemento Portland, agregados pétreos y agua, pudiéndose usar adicionantes si la Secretaría lo autoriza. El acero de refuerzo se colocará de tal manera que trabaje solidariamente con el concreto.

004-0.05 El cemento Portland deberá cumplir con los requisitos indicados en las cláusulas (004-B), (004-C) y (004-D) de este Capítulo.

004-0.06 Los agregados pétreos deberán cumplir con los requisitos indicados en la cláusula (004-E) de este Capítulo, con excepción de los que se refieren a granulometría.

004-0.07 El acero de refuerzo deberá cumplir con los requisitos indicados en la cláusula (02.005-C) de este Título, para acero de alta resistencia con límite de fluencia mínimo de cuatro mil (4000) kilogramos por centímetro cuadrado. Sin embargo podrá emplearse acero con límite de fluencia de seis mil (6000) kilogramos por centímetro cuadrado, en cuyo caso las áreas de refuerzo circular anotadas en la Tabla Núm. XI, se podrán reducir multiplicándolas por el factor cero punto sesenta y seis (0.66).

004-0.08 Los agregados deberán tener un tamaño máximo y una granulometría tal, que al dosificarse y mezclarse con cemento y agua en determinadas proporciones, se obtenga una mezcla homogénea de concreto que produzca tubos que cumplan con los requisitos de diseño y pruebas. En ningún caso, el contenido de cemento Portland en la mezcla, será menor de trescientos treinta y cinco (335) kilogramos por metro cúbico de concreto.

004-0.09 En la colocación del acero de refuerzo se tomará en cuenta lo siguiente:

a) El espesor de recubrimiento, el cual deberá ser:

- 1) En tubos con espesor menor de seis punto cuatro (6.4) centímetros y refuerzo simple circular, de uno punto nueve (1.9) centímetros como mínimo, medidos a partir de su superficie interior.
- 2) En tubos con espesor de seis punto cuatro (6.4) centímetros o mayor y refuerzo simple circular, del treinta y cinco al cincuenta por ciento (35% - 50%) de su espesor, medido a partir de su superficie interior.

TABLA XI. REQUISITOS DE DISEÑO Y DE RESISTENCIA PARA TUBOS DE CONCRETO CON REFUERZO

DIÁMETRO INTERIOR		REFUERZO EN CENTÍMETROS CUADRADOS POR METRO LINEAL DE TUBO				RESISTENCIA EN KILOGRAMOS POR METRO LINEAL DE TUBO	
Nominal	Real	Espesor de Pared	Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		Refuerzo elíptico en tubos circulares	Método de los Tres (3)	
			Armado Interior	Armado Exterior		Carga que produce una grieta de 0.25 mm	Carga Máxima
cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	kg	kg
30	30.5	5.1	1.6			3 000	4 450
38	38.1	5.7	2.3			3 700	5 600
45	45.7	6.4	3.3		2.6	4 450	6 700
53	53.3	7.0	4.7		4.0	5 200	7 800
60	61.0	7.6	6.3		5.4	5 950	8 900
69	68.6	8.3	7.2		5.8	6 700	10 050
75	76.2	8.9	8.2		6.5	7 450	11 150
84	83.8	9.5	6.3	4.7	7.0	8 200	12 250
90	91.4	10.2	7.0	5.1	7.7	8 900	13 400
105	106.7	11.4	8.2	6.1	9.1	10 400	15 600
122	121.9	12.7	9.8	7.5	11.0	11 900	17 850
137	137.2	14.0	11.6	8.6	12.8	13 400	20 100
		Concreto de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$					
150	152.4	15.2	13.7	10.5	15.4	14 850	22 300
158	167.6	16.5	16.1	12.1	17.9	16 350	24 550
183	182.9	17.8	18.4	14.0	20.5	17 850	26 750

Las áreas de acero pueden interpolarse entre las indicadas, para otros valores de diámetro, carga o espesor de pared.

NOTA: Véase el inciso (01.02.004-0.21) de esta Cláusula, relativas a las bases de aceptación de los tubos

terior.

- 3) En tubos con doble capa de refuerzo circular, de dos punto cinco (2.5) centímetros en cada capa.
- 4) En tubos con espesor de seis punto cuatro (6.4) centímetros o mayor y refuerzo elíptico, de dos punto cinco (2.5) centímetros medidos en los extremos de los ejes a partir de la cara interior o de la exterior, según corresponda.
- b) Si el refuerzo simple circular se sustituye por doble capa, la separación entre ellas no deberá ser mayor que el diámetro del acero empleado en el refuerzo simple, más seis (6) milímetros. Las dos (2) capas deberán ligarse para formar un solo armazón y los requisitos de traslape, soldadura y colocación, deberán ser los mismos indicados para el método de fabricación cuando se trata de una (1) capa de refuerzo.
- c) En los tubos de noventa y uno punto cuatro (91.4) centímetros de diámetro o mayores, - las áreas de acero en la campana y en el macho, deberán ser igual al área de refuerzo de una (1) de las capas del cuerpo del tubo. La colocación del refuerzo podrá tener las tolerancias indicadas en el inciso (0.24) de este Capítulo.

004-0.10 Las capas de refuerzo deberán estar unidas rígidamente a varillas longitudinales, adecuadamente distribuidas, para mantener su forma y posición correcta dentro del molde. No será causa de rechazo, el que los extremos de las varillas longitudinales, estribos o separadores, queden visibles.

004-0.11 En las uniones del acero de refuerzo y en la separación de los anillos, se tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Si las uniones son traslapadas, el refuerzo:
- 1) Deberá traslaparse no menos de veinte (20) diámetros, en varillas corrugadas y alambre corrugado estirado en frío.
 - 2) Deberá traslaparse cuarenta (40) diámetros, en varillas lisas y alambre liso estirado en frío.
 - 3) Deberá traslaparse un (1) módulo, en mallas de alambre prefabricadas.
 - 4) Deberá vigilarse que no se destruya la continuidad del acero de refuerzo, durante la fabricación del tubo.
- b) Si las uniones son soldadas:
- 1) Cuando se trate de refuerzo helicoidal en el que se permite el procedimiento de soldadura a presión para varillas y alambres, los especímenes para las pruebas de tensión del acero de refuerzo, deberán desarrollarse por lo menos, el setenta y cinco por ciento (75%) de la resistencia mínima de proyecto.
 - 2) Cuando se hagan en traslape, la longitud mínima será de cinco (5) centímetros y los especímenes para las pruebas de tensión del acero de refuerzo, deberán desarrollarse por lo menos, el cincuenta por ciento (50%) de la resistencia mínima de proyecto.
- c) En tubos con espesor de diez (10) centímetros o menos, la separación de centro a centro de los anillos de refuerzo adyacentes, no excederá de diez (10) centímetros; en tubos más gruesos, la separación no será mayor de su espesor y en ningún caso excederá de quince (15) centímetros.

004-0.12 El transporte y la colocación del concreto se harán por métodos que eviten la segregación de los materiales y el desplazamiento del acero de refuerzo de su posición correcta dentro del molde.

004-0.13 El curado de los tubos deberá sujetarse a lo indicado en el inciso (004-N.06) de este Capítulo.

004-0.14 Siempre que la Secretaría lo autorice, durante el colado podrán dejarse en las paredes de los tubos, un máximo de dos (2) agujeros para facilitar su manejo.

004-0.15 El diámetro, el espesor de pared, la resistencia a la compresión del concreto; la cantidad de refuerzo y la resistencia del tubo, se indican en la Tabla - XI, sujetos a lo previsto en los incisos (0.09), (0.18) y (0.24) de esta misma Cláusula.

004-0.16 Los extremos de los tubos deberán reunir los requisitos indicados en los incisos (004-N.09) y (004-N.10) de este Capítulo.

004-0.17 Se aceptarán los tubos que sometidos a la - prueba de carga por el método de los tres (3) apoyos, descrita en el capítulo (01.02.004) del Libro 6, soporten una carga igual o mayor que la indicada en la Tabla XI, ya sea para producir una grieta de cero punto veinticinco (0.25) milímetros o para ruptura.

004-0.18 El ensaye a la compresión para verificar la resistencia del concreto, podrá efectuarse en cilindros elaborados mediante compactación estándar (varillado), o en cilindros compactados y curados con procedimientos similares a la fabricación de los tubos. Los cilindros deberán ensayarse de acuerdo con el método indicado en el capítulo (01.02.004) del Libro 6. El promedio de resistencia a la compresión de todos los cilindros ensayados deberá ser igual o mayor que la resistencia de proyecto. No más del diez por ciento (10%) de los cilindros probados podrán tener una resistencia inferior a la de proyecto y ninguno deberá tener una resistencia menor del ochenta por ciento (80%).

004-0.19 La absorción no deberá exceder del ocho por ciento (8%) con relación al peso seco. Cada muestra deberá tener un peso mínimo de cien (100) gramos, estar libre de grietas visibles y comprender el espesor total de la pared del tubo. Se considerará que los tubos cumplen los requisitos de absorción, cuando el ochenta por ciento (80%) como mínimo de los especímenes ensayados, incluyendo cualquier ensaye adicional, satisfagan la prueba. Cuando el primer espécimen no satisfaga los requisitos de absorción, se probará otro del mismo tubo y los resultados del nuevo ensaye sustituirán a los de la prueba original.

004-0.20 Los tubos no deberán tener fracturas, grietas grandes o profundas ni superficies irregulares. Los extremos de los tubos deberán ser perpendiculares a su eje, dentro de las tolerancias indicadas en el inciso (004-0.24) de esta Cláusula.

004-0.21 La Secretaría podrá aplicar una (1) o ambas de las bases de aceptación contenidas en los párrafos siguientes:

- a) Conforme al inciso (004-0.15) de esta Cláusula, deberá basarse en los resultados de pruebas de carga por el método de tres (3) apoyos, ya sea que ésta produzca una grieta de cero punto veinticinco (0.25) milímetros, o a opción de la Secretaría, la que produzca una grieta de cero punto veinticinco (0.25) milímetros y la ruptura; en resultados de ensayos del cemento, agregados y acero de refuerzo, según incisos (004-0.05), (004-0.06) y (004-0.07) de esta Cláusula, en resultados de pruebas de absorción hechas en muestras tomadas de la pared de los tubos y por inspección de éstos ya terminados, para juzgar si cumplen con los requisitos de diseño y si carecen de defectos.
- b) Conforme al inciso (004-0.15), deberá basarse

se en el resultado de pruebas de compresión en cilindros de concreto; en resultados de ensayos del cemento, agregados y acero de refuerzo, según incisos (004-0.05), (004-0.06) y (004-0.07); en resultados de pruebas de absorción de muestras tomadas de la pared de los tubos y por inspección de éstos ya terminados, incluyendo cantidad y colocación del acero de refuerzo, para juzgar si cumplen con los requisitos de diseño y si carecen de defectos.

004-0.22 Para aceptar los tubos a una edad determinada, éstos deberán satisfacer los requisitos indicados en las pruebas de proyecto para esa fecha.

004-0.23 Los tubos podrán corregirse cuando tengan imperfecciones ocasionadas durante su fabricación o por manejo inadecuado; se aceptarán, a juicio de la Secretaría, aquéllos que una vez reparados cumplan con los requisitos de esta Cláusula.

004-0.24 Las tolerancias en los tubos deberán ser las siguientes:

- a) Para diámetros interiores entre treinta pnto cinco (30.5) centímetros y sesenta y uno punto cero (61.0) centímetros, éstos no deberán variar en más del uno punto cinco por ciento (1.5%) del diámetro interior nominal; para diámetros interiores entre sesenta y ocho punto seis (68.6) centímetros y ciento ochenta y tres (183) centímetros, éstos no deberán variar en más de uno por ciento - (1%) del diámetro nominal o de un (1) centimetro, lo que sea mayor.
- b) La diferencia en longitud medida entre dos (2) generatrices diametralmente opuestas, no deberá ser mayor de un (1) centímetro por metro de diámetro, con un máximo de uno punto cinco (1.5) centímetros para cualquier

longitud, excepto cuando la Secretaría ordene que los tubos se fabriquen con extremos en corte diagonal o curvo.

- c) La longitud del tubo respecto a la de proyecto no deberá ser mayor de un (1) centímetro por metro, con un máximo de uno punto cinco (1.5) centímetros, cualquiera que sea su longitud.
- d) El espesor de la pared no deberá ser menor que el fijado en el proyecto, en más de cinco por ciento (5%) o de cinco (5) milímetros, lo que sea mayor; un espesor excedente no será motivo de rechazo. Los que tengan variaciones locales en su espesor que excedan de la tolerancia, podrán aceptarse si cumplen con las tolerancias en el recubrimiento del acero y si satisfacen los requisitos de resistencia, empleando el método de los tres (3) apoyos.
- e) El desplazamiento con respecto a la posición de proyecto del acero de refuerzo, no deberá ser mayor del diez por ciento (10%) del espesor de la pared o de uno punto cinco (1.5) centímetros, lo que sea mayor. Los que tengan variaciones en la posición del refuerzo que excedan la tolerancia, se aceptarán si satisfacen los requisitos de resistencia, empleando el método de los tres (3) apoyos; sin embargo, en ningún caso el recubrimiento deberá ser menor de uno punto cinco (1.5) centímetros.
- f) Cuando se use una (1) capa de refuerzo circular o de refuerzo elíptico, el área del acero no deberá ser menor del noventa y siete por ciento (97%) de la indicada en la Tabla Núm. XI. Cuando se usen dos (2) capas de refuerzo circular, el área del acero de

la interior no deberá ser menor del ochenta y cinco por ciento (85%) del área de refuerzo elíptico para el mismo diámetro de tubo y el área de acero de la exterior, no deberá ser menor del sesenta y cuatro por ciento (64%), previéndose que el área total de acero de las dos (2) capas de refuerzo circular, no sea menor que el ciento cincuenta y tres por ciento (153%) del área de acero de la capa de refuerzo elíptico. No será causa de rechazo el que los tubos tengan áreas de acero mayores que las estipuladas en el proyecto respectivo.

004-0.25 Los tubos podrán rechazarse si no cumplen con los requisitos ya mencionados o si presentan los defectos descritos a continuación:

- a) Fracturas o grietas que atraviesen la pared del tubo, con excepción de una (1) grieta aislada en los extremos, que no exceda la longitud de la junta de ensamble.
- b) Los que indiquen un mal proporcionamiento, mezclado o moldeado.
- c) Superficies con acabado de panel de abeja (garapiñado) o de textura abierta.
- d) Extremos defectuosos que impidan un junteo correcto.

004-0.26 En los tubos para prueba, deberá observarse lo siguiente:

- a) La Secretaría seleccionará, en el lugar que designe, los tubos que se requieran para las pruebas, los cuales serán proporcionados por el Contratista sin costo alguno.
- b) Si la entrega de tubos a la Secretaría abarca un período largo, deberán efectuarse ensayos previos al envío de cada remesa, hasta en tres (3) tubos de cada diámetro, de a

cuerdo con lo indicado en el inciso (004-0.21) de esta Cláusula.

- c) La Secretaría podrá efectuar pruebas adicionales a las indicadas en este inciso, con la frecuencia y el número de especímenes que juzgue pertinente. El total de los tu bos ensayados, incluyendo los de las prue bas previas, no excederá del uno por ciento (1%) del número de piezas recibidas.
- d) Se considerará que los tubos cumplen los re quisitos de resistencia, cuando todos los especímenes satisfagan las pruebas. Si no ocurre así, por cada espécimen que no pase la prueba, se podrá efectuar un nuevo ensa ye de dos (2) especímenes adicionales y los tubos se aceptarán si todos los adicionales la pasan.
- e) Cuando la Secretaría requiera tubos adicionales, para la aceptación del lote podrá en sayar hasta el dos por ciento (2%) del núme ro de piezas, pero sin exceder de cinco (5) de cada diámetro. Cuando a juicio de la Se cretaría se requiera ensayar un número ma yor de tubos, las piezas excedentes serán pagadas al Contratista.
- f) Cuando el veinte por ciento (20%) como máxi mo, de los especímenes ensayados no satisfa ga los requisitos de esta Cláusula, el Con tratista podrá solicitar otra selección, e liminando todos los tubos que desee, los que serán marcados para evitar su envío. Las pruebas se harán en los tubos restan tes, que se aceptarán si cumplen los requi sitos.

004-0.27 Cuando la Secretaría lo requiera, el Contra tista deberá dar toda clase de facilidades y proporcio nar el personal necesario, para la ejecución de las

pruebas.

004-0.28 Los tubos deberán marcarse claramente con:

- a) Nombre o marca de fábrica
- b) Fecha de fabricación
- c) Si los tubos tienen refuerzo elíptico, de
rá marcarse claramente la posición del eje
menor del refuerzo, durante el proceso de
fabricación o inmediatamente después, en lu
gares directamente opuestos, tanto en el in
terior como en el exterior de su pared. Las
marcas deberán grabarse o pintarse indele-
blemente.

004-0.29 El muestreo de los tubos de concreto con re-
fuerzo, la determinación de sus dimensiones y la de sus
propiedades de resistencia en la prueba de tres (3) apo-
yos, la de absorción y la de compresión en cilindros de
concreto, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos
que se describen en el capítulo (01.02.004) del Libro 6.

ACERO Y PRODUCTOS DE ACERO

005-A CONTENIDO

005-A.01 En este capítulo se tratan los aceros y productos de acero que se emplean como elementos estructurales en puentes y obras de drenaje, así como los aceros de refuerzo y presfuerzo para miembros de concreto.

005-B VARILLAS DE ACERO PARA REFUERZO DE CONCRETO

005-B.01 Esta Cláusula se refiere a los requisitos que deben cumplir las varillas corrugadas de acero para refuerzo de concreto procedentes de lingotes, de rieles o de ejes. Asimismo, en esta Cláusula se tratan las varillas corrugadas torcidas en frío.

005-B.02 Para identificar las varillas se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) El número que identifica el grado, es el que corresponde al esfuerzo en el límite de fluencia en kg/mm^2 especificado como mínimo para cada tipo de varilla.
- b) El número que identifica el tamaño de la varilla corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

005-B.03 Los números de designación, pesos unitarios, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas corrugadas, se indican en las Tablas XII y XIII.

005-B.04 Las varillas corrugadas de acero, serán de los grados indicados en la Tabla XIV, de acuerdo con el párrafo (005-B.02.a) de esta Cláusula.

005-B.05 El acero para la fabricación de las varillas procedentes de lingotes, tanto las no torcidas como las torcidas en frío, debe obtenerse por alguno de los si

TABLA XII. NUMERO DE DESIGNACION, PESOS UNITARIOS, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACION PARA LAS VARILLAS

Número de Designación b)	Peso unitario kg/m	Dimensiones nominales a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro mm	Area de la sección transversal mm ²	Perímetro mm	Espaciamiento máximo promedio mm	Altura mínima promedio mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) mm
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	1.552	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla corrugada.

b) El número de designación de las varillas, corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

TABLA XIII. NUMERO DE DESIGNACION, PESOS UNITARIOS, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACION PARA LAS VARILLAS TORCIDAS EN FRIO

Número de designación de las varillas torcidas en frío b)	Dimensiones nominales a)				Requisitos para las corrugaciones transversales					Requisitos para las corrugaciones longitudinales	
	Peso unitario kg/m	Diámetro mm	Perímetro mm	Área de la sección transversal mm ²	Altura mínima a la mitad de la corrugación mm	Altura mínima a los tercios de la corrugación mm	Espaciamiento entre corrugaciones mm	Ancho mínimo mm	Longitud mínima mm	Altura mínima mm	Ancho mínimo mm
2	0.248	6.4	20.0	32	0.5	0.4	3.9 a 4.5	0.6	12.8	0.6	0.6
2.5	0.348	7.9	24.8	49	0.6	0.5	4.9 a 5.5	0.8	15.8	0.8	0.8
3	0.560	9.5	29.8	71	0.7	0.6	5.8 a 6.7	1.0	19.0	1.0	1.0
4	0.994	12.7	39.9	127	0.9	0.8	7.8 a 8.9	1.3	25.4	1.3	1.3
5	1.552	15.9	50.0	198	1.1	1.0	9.7 a 11.1	1.6	31.8	1.6	1.6
6	2.235	19.0	60.0	285	1.3	1.1	11.7 a 13.3	1.9	38.0	1.9	1.9
7	3.042	22.2	69.7	388	1.6	1.3	13.7 a 15.5	2.2	44.4	2.2	2.2
8	3.973	25.4	79.8	507	1.8	1.5	15.6 a 17.8	2.5	50.8	2.5	2.5
9	5.033	28.6	89.8	642	2.0	1.7	17.6 a 20.0	2.9	57.2	2.9	2.9
10	6.225	31.8	99.9	794	2.2	1.9	19.6 a 22.3	3.2	63.6	3.2	3.2
11	7.503	34.9	109.8	957	2.4	2.1	21.5 a 24.5	3.5	69.8	3.5	3.5
12	8.938	38.1	119.7	1 140	2.7	2.2	23.4 a 26.7	3.8	76.2	3.8	3.8

a) El diámetro nominal de una varilla torcida corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla torcida.

b) Los números de designación de las varillas torcidas en frío corresponden al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

guientes procesos:

- a) Horno de hogar abierto
- b) Básico al oxígeno
- c) Horno eléctrico

TABLA XIV. GRADOS DE VARILLAS CORRUGADAS DE ACERO.

PROCEDENCIA	GRADOS		
De lingotes	30	42	52
De rieles	35	42	
De ejes	30	42	
Torcidas en frío	42	50	60

005-B.06 Las varillas de lingotes deben laminarse a partir de lingotes procedentes de coladas identificadas.

005-B.07 Las varillas procedentes de rieles, deben laminarse de rieles T estándar, no permitiéndose usar otros materiales tales como los conocidos como relaminados equivalentes de acero de riel, o calidad de acero de riel.

005-B.08 Las varillas procedentes de ejes, deberán laminarse de ejes de acero al carbón de carros de ferrocarril, de los tamaños nominales siguientes, no debiendo se usar otros tipos de ejes o materiales:

108 cm x 203 mm

127 cm x 229 mm

140 cm x 254 mm

152 cm x 279 mm

005-B.09 El acero para la fabricación de varillas procedentes de lingotes, deberá cumplir con el siguiente requisito químico:

No contendrá más de 0.50% de fósforo.

005-B.10 Para varillas procedentes de lingotes, la Secretaría, además, puede efectuar análisis de producto

para determinar el contenido de fósforo especificado en el inciso (005-B.09) anterior, no debiendo exceder tal contenido en más del veinticinco por ciento (25%) de la cantidad especificada en dicho inciso.

005-B.11 Las varillas corrugadas de acero, deberán cumplir con los requisitos a la tensión que se indican en la Tabla XV.

005-B.12 Las varillas corrugadas de acero deberán cumplir con los requisitos de alargamiento en la prueba de tensión, que se indican en la Tabla XVI.

005-B.13 Las varillas corrugadas de acero, al someterse a la prueba de doblado a la temperatura ambiente, pero en ningún caso a menos de dieciseis grados (16°C) centígrados, deben doblarse alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. Los requisitos que deberán cumplirse en cuanto al ángulo de doblado y a los tamaños del mandril se indican en la Tabla XVII.

005-B.14 Las corrugaciones de las varillas de acero, deben satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Estarán espaciadas a lo largo de la varilla a distancias predominantemente uniformes; el espaciamento promedio o la distancia entre corrugaciones a cada lado de la varilla no debe exceder de siete décimos ($7/10$) de diámetro de la misma.
- b) Deben estar colocadas con respecto al eje de la varilla de manera que formen un ángulo no menor de cuarenta y cinco grados (45°). Cuando el eje de cada corrugación forme un ángulo con el eje de la varilla entre cuarenta y cinco grados (45°) y setenta grados (70°), las corrugaciones de un lado deben estar en dirección contraria a la dirección que tienen en el lado opuesto. Cuan

TABLA XV. REQUISITOS A LA TENSION DE VARILLAS CORRUGADAS

C o n c e p t o	Varillas procedentes de lingotes		Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia en kg/cm ²									
Mínimo.....	3000	4200	5200	3500	4200	3000	4200	5000	6000
Esfuerzo máximo en kg/cm ² .									
Mínimo.....	5000	6300	7000	5600	6300	5000	5200	6000	7000

TABLA XVI. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO MÍNIMO EN POR CIENTO, EN LA PRUEBA DE TENSION DE VARILLAS CORRUGADAS a)

Número de designación de las varillas	Varillas procedentes de lingote			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
2.5	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
3	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
4	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
5	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
6	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
7	11	8	7	6	5	11	8	8	8	8
8	10	8	7	5	4.5	10	7	8	8	8
9	9	7	7	5	4.5	9	7	8	8	8
10	8	7	7	5	4.5	8	7	8	8	8
11	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8
12	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8

a) El por ciento de alargamiento se refiere a una longitud calibrada de 200 mm

TABLA XVII. REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DE VARILLAS CORRUGADAS

Número de designación de las varillas	Varillas procedentes de lingotes Doble a:		Varillas procedentes de rieles Doble a:		Varillas procedentes de ejes Doble a:		Varillas torcidas en frío Doble a:		
	180°		180°		180°		120°		
	Grado 30	Grado 42	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
2.5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
3	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
4	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
6	D=5d	D=5d	D=6d	D=6d	D=5d	D=5d	D=5d	D=7d	D=7d
7	D=5d	D=6d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
8	D=5d	D=6d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
9	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=5d	D=8d	D=8d
10	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=5d	D=8d	D=8d
11	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=5d	D=8d	D=8d
12	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=5d	D=8d	D=8d

D = Diámetro del mandril

d = Diámetro nominal de la varilla

do el eje de cada corrugación forme un ángulo mayor de setenta grados (70°), no se requiere este cambio de dirección.

- c) La longitud total de las corrugaciones debe ser tal, que la separación entre los extremos de las mismas, sobre los lados opuestos de las varillas no sea mayor de doce punto cinco por ciento (12.5%) del perímetro nominal de la varilla. Cuando los extremos terminen en una costilla longitudinal, el ancho de ésta debe considerarse como tal separación.
- d) Cuando existan dos o más costillas longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe exceder del veinticinco por ciento (25%) del perímetro nominal de la varilla.
- e) Los requisitos de espaciamiento, altura, separación y demás dimensiones de las corrugaciones, se indican en las Tablas XII y XIII.

005-B.15 Las tolerancias en peso y en área transversal de las varillas corrugadas de acero, consideradas individualmente, no excederán de seis por ciento (6%) en menos, con relación a los valores nominales individuales en las Tablas XII y XIII.

005-B.16 A menos que la Secretaría indique otra cosa, no será causa de rechazo cualquier exceso en el peso o en el área de las varillas.

005-B.17 Las varillas corrugadas de acero deberán someterse a una inspección metalúrgica macroscópica, debiéndose tomar en cuenta lo siguiente:

- a) En las figuras 3 a 7, se indican los diferentes tipos de defectos máximos permisibles y sus valores.
- b) Si en una probeta aparecen diferentes tipos de defectos, para cada uno de éstos deberá estimarse su porcentaje relativo respecto a

los límites fijados en las figuras 3 a 7. La suma de los porcentajes correspondientes a los defectos acumulados que presente la sección transversal de la varilla, no deberá ser mayor de cien (100) para que la probeta sea aceptable.

c) En cuanto a esta inspección, las probetas se clasifican en la forma siguiente:

- 1) Aceptables. Cuando tienen metal sano o defectos leves, es decir que existen en magnitud y cantidad inferiores a los fijados en las figuras 3 a 7.
- 2) Inaceptables. Cuando la magnitud y cantidad de los defectos son superiores a las fijadas en las figuras 3 a 7.

005-B.18 Las varillas corrugadas de acero deberán tener una buena apariencia, sin presentar defectos perjudiciales exteriores como grietas, traslapes, quemaduras y oxidación excesiva.

005-B.19 Además de lo indicado en el capítulo (01.02.005) del Libro 6, relativo a la prueba de tensión en materiales metálicos, para efectuar dicha prueba en las varillas corrugadas de acero, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) La prueba deberá efectuarse en probetas con la sección completa de la varilla.
- b) Los esfuerzos deberán calcularse en función del área nominal de la varilla, la cual se indica en las Tablas XII y XIII.
- c) El límite de fluencia para el grado treinta (30) deberá determinarse cuando se detiene la aguja indicadora de la máquina de ensaye.
- d) El límite de fluencia para los grados treinta y cinco (35) y cuarenta y dos (42) deberá determinarse por el método de la exten-

sión bajo carga para una deformación unitaria de cero punto cinco por ciento (0.5%).

- e) El límite de fluencia para los grados cincuenta (50), cincuenta y dos (52) y sesenta (60) deberá determinarse por el método de la extensión bajo carga para una deformación unitaria de cero punto seis por ciento (0.6%).

005-B.20 Además de lo indicado en el Capítulo (01.02.005) del Libro 6, relativo a la prueba de doblado en materiales metálicos, para efectuar dicha prueba en varillas corrugadas de acero, deberán emplearse probetas con la sección completa de la varilla.

005-B.21 Las varillas corrugadas de acero, deberán marcarse con números, letras o símbolos realzados que indiquen su procedencia, ya sean de lingote, de riel o de eje; marca del fabricante; número correspondiente a la designación de la varilla; y grado de calidad. La distancia entre marcas de identificación no deberá ser mayor de dos (2) metros.

005-B.22 El muestreo de las varillas corrugadas de acero y la determinación de sus dimensiones, peso unitario, características de corrugación, composición química, resistencia a la tensión, doblado e inspección metalúrgica macroscópica, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el capítulo (01.02.005) del Libro 6.

005-C ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRIO PARA REFUERZO DE CONCRETO

005-C.01 Esta Cláusula se refiere a alambre de acero - estirado en frío para refuerzo de concreto, con diámetros entre dos (2) milímetros y trece (13) milímetros, - pudiéndose emplear en forma aislada o formando malla.

005-C.02 El alambre de acero estirado en frío, se identifica por un número de calibre, de acuerdo con la Tabla XVIII.

005-C.03 El acero para la fabricación del alambre esti

d = Diámetro de la varilla

P = Longitud total de los defectos perimetrales

L = Longitud total de las grietas o defectos (Σl)

l = Dimensión del defecto

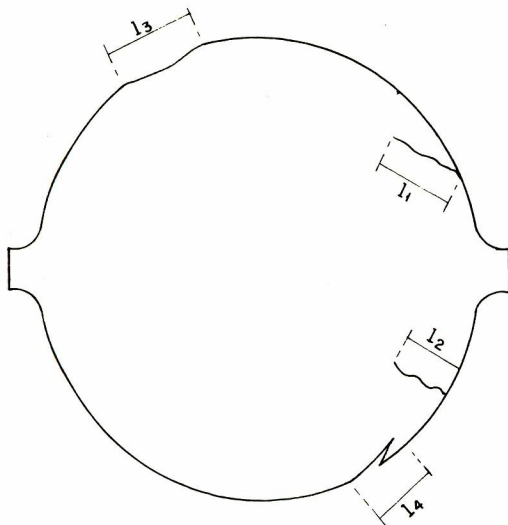


Figura Núm. 3

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de laminación radiales o tangenciales -- (l_1 y l_2).	Ninguna de las grietas deberá tener longitud l mayor del 5% de "d", la longitud total de las grietas "L" no debe ser mayor del 10% de "d".
Traslape o lajeadura y defectos superficiales -- con reducción de área (l_3 y l_4).	Ninguno de los traslapes, lajeaduras o defectos superficiales será mayor del 5% de "d". La suma de las longitudes "L" no debe ser mayor del 10% de "d". El perímetro total dañado "P" no debe ser mayor del 30% de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 A = AREA DE LA VARILLA
 t = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO

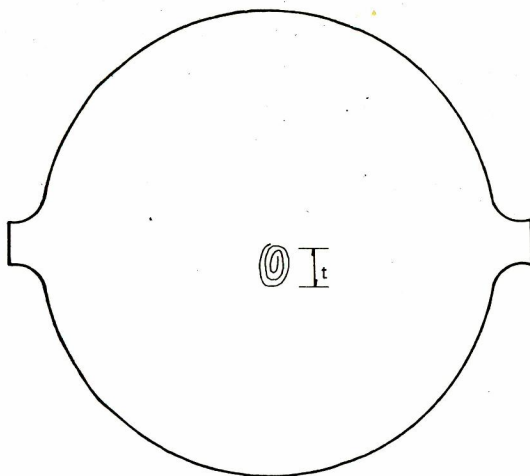


Figura Núm. 4

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Tubo de laminación, o rechupé "t".	La dimensión máxima del defecto "t", no debe ser mayor del 10% de "d". El área máxima del defecto no debe ser mayor del 1% de "A".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 e = DIMENSION DEL DEFECTO
 E = LONGITUD TOTAL DE LAS GRIETAS ($\sum e$)

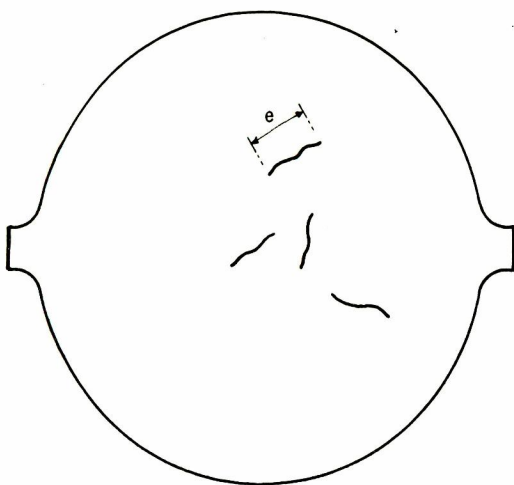


Figura Núm. 5

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de enfriamiento "e" distribuidas en el interior de la sección transversal de la varilla.	Ninguna de las grietas deberá tener una longitud "e" mayor del 4 % de "d". La longitud total de las grietas "E" no será mayor del 8 % de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 A = AREA DE LA VARILLA
 i = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO
 s = DISTANCIA ENTRE DEFECTOS

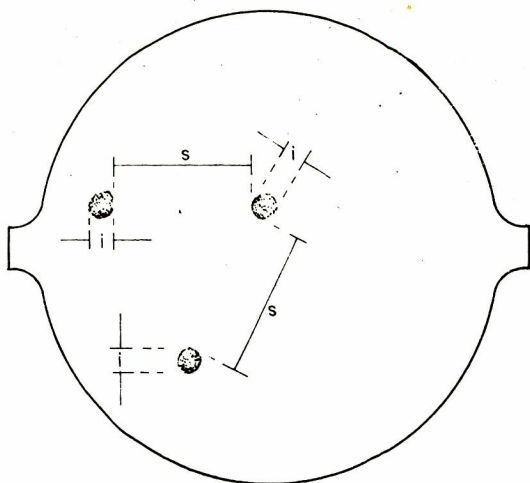


Figura Núm. 6

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Inclusiones de materia extraña " i ".	La dimensión máxima " i " de cada inclusión, no debe ser mayor del 3% de " d " y la suma de estas no deberá exceder del 10 % de " d " o la suma de las áreas de las inclusiones no será mayor del 1 % de " A ". La distancia " s " entre inclusiones no será menor del 30% de " d ".

A = Área de la varilla
 d = Diámetro de la varilla
 p = Dimensión máxima del defecto
 s = Distancia entre defectos

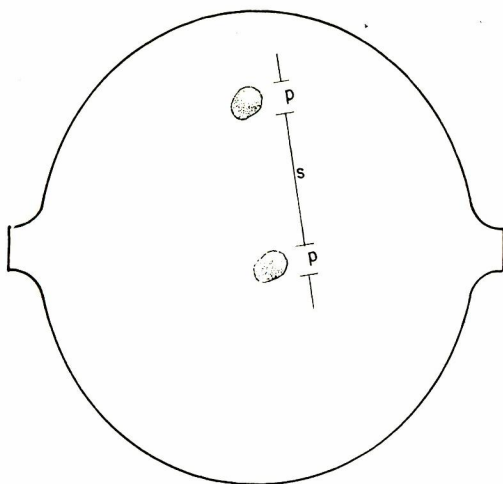


Figura Núm. 7

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Porosidad "p"	La distancia máxima de cada zona porosa "p" no debe ser mayor del 5% de "d" y la suma de éstas no excederá del 20% de "d" o la suma de las áreas de las zonas porosas no deberá ser mayor del 1% de "A". La distancia "s" entre zonas porosas no será mayor del 30% de "d"

rado en frío debe obtenerse por alguno de los siguientes procesos:

- a) Horno de hogar abierto
- b) Horno eléctrico
- c) Básico al oxígeno

TABLA XVIII. CALIBRES Y DIAMETROS DE ALAMBRE DE ACERO
ESTIRADO EN FRÍO

No. del calibre	Diámetro en mm	No. del calibre	Diámetro en mm
0000000	12.45	5	5.26
000000	11.72	6	4.88
00000	10.93	7	4.50
0000	10.00	8	4.12
000	9.21	9	3.77
00	8.41	10	3.43
0	7.79	11	3.06
1	7.19	12	2.68
2	6.67	13	2.32
3	6.19	14	2.03
4	5.72		

005-C.04 El alambre debe ser estirado en frío a partir de alambón laminado en caliente, procedente de lingote o palanquilla.

005-C.05 Con excepción de lo que se especifica en el inciso (005-C.06) de esta Cláusula, el alambre de acero estirado en frío, debe cumplir con los siguientes requisitos en la prueba de tensión, basados en su área nominal.

Límite de fluencia, mínimo	5000 kg/cm ²
Esfuerzo máximo, mínimo	5700 kg/cm ²
Reducción de área, mínima	30 %

005-C.06 Cuando el alambre de acero estirado en frío tenga un esfuerzo máximo mayor de siete mil (7000) kg/cm², la reducción del área, no deberá ser menor de veinticinco por ciento (25%)

005-C.07 La probeta para doblado, de alambre de acero

estirado en frío, deberá soportar un doblez en frío a ciento ochenta grados (180°) sobre un mandril, cuyo diámetro se indica en la Tabla XIX, sin agrietarse en la parte exterior de la porción doblada.

TABLA XIX. MANDRILES PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DEL ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO

Diámetro del alambre en mm	Diámetro del mandril
8 y menor	d *
Mayor de 8	2 d *

* d = Diámetro del alambre

005-C.08 El diámetro del alambre estirado en frío, tendrá una tolerancia en más o en menos de tres por ciento (3%) con relación al diámetro nominal. Además, la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en cualquier sección transversal, no deberá ser mayor de cinco por ciento (5%).

005-C.09 El alambre de acero estirado en frío deberá cumplir con los requisitos de inspección metalúrgica macroscópica descritos en el inciso (005-B.17), de este Capítulo. Además, deberá tener una buena apariencia, sin presentar defectos perjudiciales.

005-C.10 Además, de lo indicado en el capítulo (01.02.005) del Libro 6, para efectuar la prueba de tensión en alambre de acero estirado en frío, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Las probetas deberán ser de sección completa en las condiciones finales de estirado.
- b) El límite de fluencia deberá determinarse por el método de extensión bajo carga, para una deformación unitaria de cero punto cinco por ciento (0.5%).

005-C.11 Además de lo indicado en el capítulo (01.02.005) del Libro 6, la prueba de doblado en alambre de a-

cero estirado en frío, deberá hacerse en probetas de sección completa.

005-C.12 El muestreo del alambre de acero estirado en frío y la determinación de sus dimensiones, resistencia a la tensión y al doblado, e inspección metalúrgica macroscópica deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el capítulo (01.02.005) del Libro 6.

005-D ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFUERZO DE CONCRETO

005-D.01 Esta Cláusula se refiere a los alambres redondos de acero de alto carbono, sin recubrimiento y relevados de esfuerzos, obtenidos por el proceso de estirado en frío y que se usan comúnmente en la construcción de concreto presfórzado.

005-D.02 El acero para la fabricación de alambre para presfuerzo de concreto, deberá obtenerse por alguno de los siguientes procesos:

- a) Horno de hogar abierto
- b) Horno eléctrico
- c) Básico al oxígeno

005-D.03 El alambre se estirará en frío, hasta alcanzar su diámetro nominal y después se someterá a un tratamiento térmico continuo para relevarlo de esfuerzos, de manera que se obtengan las características necesarias especificadas.

005-D.04 No se permitirán soldaduras o juntas en el alambre terminado, debiéndose eliminar todas las soldaduras o uniones que se hubieran ejecutado para facilitar el proceso de fabricación.

005-D.05 En cada lingote se deberá hacer un descarte adecuado, para asegurar que el material se encuentre libre de rechupe y segregaciones indebidas.

005-D.06 El acero utilizado en la fabricación de alambre para presfuerzo de concreto, al someterlo a un análisis de colada, deberá cumplir los requisitos de compo

sición química, indicados en la Tabla XX de esta Cláusula.

TABLA XX. REQUISITOS QUIMICOS

Elemento	Contenido en por ciento
Carbono	0.72, a 0.93
Manganeso	0.40, a 1.10
Fósforo	0.040, máximo
Azufre	0.050, máximo
Silicio	0.10, a 0.35

005-D.07 La Secretaría podrá efectuar análisis de producto a partir del alambre terminado y ninguno de los resultados de estas determinaciones deberá diferir, respecto a los valores indicados en la Tabla XX, en las cantidades que se señalan en la Tabla XXI, como máximo.

TABLA XXI. VARIACIONES PERMISIBLES EN ANALISIS DE PRODUCTO

Elemento	Tolerancias en más para límites máximos y en menos para límites mínimos, en por ciento
Carbono	0.04
Manganeso	0.06
Fósforo	0.008
Azufre	0.008
Silicio	0.02

005-D.08 El alambre de acero para presfuerzo de concreto deberá cumplir con los requisitos de resistencia a la tensión, señalados en la Tabla XXII.

TABLA XXII. REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA TENSION

Diámetro mm	Límite de fluencia, mínimo kg/cm ²	Resistencia máxima, mínimo kg/cm ²
2.0	17600	22000
5.0	14000	17500
7.0	13200	16500

005-D.09 El límite de fluencia se determinará por el método de deformación permanente especificada (offset) para una deformación unitaria de cero punto dos por ciento (0.2%). A juicio de la Secretaría se podrá usar el método de extensión total bajo carga para una deformación unitaria de uno punto cero por ciento (1.0%).

005-D.10 El porcentaje mínimo de alargamiento en la prueba de tensión, para las longitudes de calibración especificadas, deberá ser el indicado en la Tabla XXIII.

TABLA XXIII. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

Diámetro mm	Longitud de calibración mm	Alargamiento mínimo (después de la ruptura) en por ciento
2.0	20	4.0
5.0	180	3.5
7.0	250	3.5

005-D.11 El alambre deberá resistir sin agrietarse ni romperse dos (2) pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre sí. Cada prueba consistirá de cinco (5) doblados alternados a noventa grados (90°) sobre mandriles cilíndricos cuyos diámetros se indican en la Tabla XXIV. Se considerará como un doblado, cada ocasión en que el alambre inicialmente recto, forme un ángulo de noventa grados (90°) y vuelva a su posición original.

TABLA XXIV. REQUISITOS DE DOBLADO

Diámetro mm	Diámetro del mandril mm
2.0	10
5.0	30
7.0	40

005-D.12 En cada muestra de alambre recabada, se hará

una inspección metalúrgica macroscópica. Al observar la sección transversal con un aumento de veinte (20) diámetros, la estructura del acero deberá presentar gr no uniforme en toda el área, estar libre de grietas en cualquier dirección y de otros defectos perjudiciales.

005-D.13 El diámetro del alambre de acero para presfuerzo de concreto no deberá variar en más o en menos cero punto cero cinco (0.05) milímetros con respecto al diámetro nominal; asimismo, la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en cualquier sección transversal, no deberá ser mayor de cero punto cero cinco (0.05) milímetros.

005-D.14 El alambre debe ser autodesenrollable. Cuando una muestra de cinco (5) o siete (7) milímetros de diámetro de suficiente longitud, se coloque libremente sobre una superficie plana, deberá tener una flecha no mayor de veinte (20) centímetros en una longitud de cinco (5) metros. Los alambres de dos (2) milímetros, podrán tener la curvatura normal del último paso de estirado, de cincuenta (50) a sesenta y cinco (65) centímetros de diámetro, pero el alambre no deberá tener tendencia a levantarse en forma de hélice.

005-D.15 En cuanto a su acabado, el alambre deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) No deberá presentar dobleces ni torceduras.
- b) No deberá estar aceitado o engrasado.
- c) Podrá presentar una ligera oxidación uniforme siempre que no existan picaduras notables a simple vista.
- d) Los colores que presente el alambre, debidos al tratamiento térmico para relevarlo de esfuerzos, se considera que no afectan la calidad del producto.

005-D.16 El alambre que vaya a usarse con anclaje de botón será de tal calidad que permita la formación en frío de dichos botones. El agrietamiento longitudinal

de los botones no se considerará como causa de rechazo si el botón es capaz de desarrollar la resistencia total del alambre. Los botones con grietas transversales siempre deberán rechazarse.

005-D.17 Los alambres con diámetro de cinco (5) a siete (7) milímetros se proporcionarán en rollos, firmemente atados, con diámetros interior mínimo de uno punto veinticinco (1.25) metros. Cada rollo deberá estar formado por un alambre continuo sin soldaduras. Los alambres de dos (2) milímetros de diámetro deberán también suministrarse en rollos, firmemente atados, con diámetro interior igual al normal del último paso del proceso de estirado, de cincuenta (50) a sesenta y cinco (65) centímetros.

005-D.18 Cada rollo llevará una etiqueta, de preferencia metálica, en la que se indique la marca de fábrica, número del lote y del rollo, límite de fluencia y resistencia máxima. Los alambres no deberán marcarse en su longitud útil, con golpes o cortes de segueta.

005-D.19 El muestreo del alambre de acero para presfuerzo de concreto y la determinación de sus dimensiones, de la resistencia a la tensión y al doblado e inspección metalúrgica macroscópica, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el capítulo (01.02.005) del Libro 6.

005-E REQUISITOS GENERALES PARA PLANCHAS, PERFILES, TABLESTACAS Y BARRAS DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE, PARA FINES ESTRUCTURALES.

005-E.01 Esta Cláusula establece una serie de requisitos comunes que a menos que la Secretaría especifique o tra cosa, deben aplicarse a las planchas, perfiles, tablestacas y barras de acero laminado en caliente, para fines estructurales. Lo que se señala en esta Cláusula complementa lo especificado para dichos materiales en las siguientes cláusulas:

Acero estructural al carbono..... 005-F

Acero estructural de alta resistencia... 005-G

Acero estructural de alta resistencia y
baja aleación..... 005-H

Acero estructural de alta resistencia y
baja aleación, al manganeso/vanadio..... 005-I

005-E.02 Para los fines de esta Cláusula, los productos que aquí se tratan, se denominan como sigue:

- a) Plancha. Es el producto plano de acero laminado en caliente, de las siguientes características:

Ancho en mm	Espesor en mm
Más de 203	Más de 5.8 ó más
Más de 1219	Más de 4.5 o mas

Los planchones para fabricar lámina delgada, así como las láminas para fabricar tubos - frecuentemente caen dentro de las dimensiones de las planchas; sin embargo, no deben clasificarse como tales.

- b) Perfiles estructurales. Son las piezas de acero laminado, cuya forma en sección transversal puede ser la de una I, H, canal o ángulo, de acuerdo con una necesidad estructural; la dimensión mayor de la pieza, en sección transversal, debe ser como mínimo de setenta y seis (76) milímetros. La Tabla - XXIV-A muestra los distintos tipos de perfiles estructurales de que puede disponerse, los cuales aparecen clasificados en grupos, tomando en cuenta sus propiedades de tensión (Ver Tablas LXVIII, LXXI y LXXIV), en

TABLA XXIV-A. PERFILES ESTRUCTURALES AGRUPADOS POR PROPIEDADES DE TENSION

Perfil estructural	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Perfiles W	W 61 x 83	W 91 x 201 hasta 289	W 91 x 342 hasta 446	W 36 x 326 hasta 818	W 36 x 900 hasta 1086
	W 53 x 66	W 84 x 176 hasta 226	W 84 x 298 hasta 357		
	W 46 x 67 hasta 89	W 76 x 147 hasta 313	W 36 x 142 hasta 314		
	W 46 x 53	W 69 x 125 hasta 263	W 30 x 179 hasta 283		
	W 41 x 39 hasta 74	W 61 x 101 hasta 238			
	W 36 x 33 hasta 79	W 53 x 82 hasta 211			
	W 30 x 21 hasta 86	W 46 x 95 hasta 170			
	W 25 x 17 hasta 67	W 41 x 86 hasta 143			
	W 20 x 15 hasta 71	W 36 x 91 hasta 202			
	W 15 x 13 hasta 37	W 30 x 96 hasta 158			
Perfiles M	W 13 x 24 hasta 28	W 25 x 73 hasta 167			
	W 10 x 19	W 20 x 86 hasta 100			
	Hasta 52 kg/m	Más de 52 kg/m			
	Hasta 52 kg/m	Más de 52 kg/m			
Perfiles HP		Hasta 152 kg/m	Más de 152 kg/m		
Canales estándar (C)	Hasta 31 kg/m	Más de 31 kg/m			
Canales diversos (M)					
no estándar	Hasta 42 kg/m	Más de 42 kg/m			
Angulos (es tructural y tamaño barra)	Hasta 1.3 cm de espesor	Más de 1.3 cm de espesor Hasta 1.9 cm de espesor	Más de 1.9 cm de espesor		

relación con dicha Tabla XXIV-A se indica -
lo siguiente:

- 1) En el caso de los perfiles W la primera -
dimensión, corresponde al "peralte" en -
centímetros y la segunda al peso en -
kg/m.
 - 2) Los perfiles estructurales tipo "Te" que
procedan de perfiles M ó S deben conside
rarse dentro del mismo grupo de perfi
les estructurales de los cuales se cor
tan.
 - 3) El perfil W corresponde a un perfil "I" -
de patines con superficies interiores pa
ralemas.
 - 4) El perfil S se refiere a perfil "I" de pa
tines con superficies interiores inclina
das.
 - 5) El perfil HP corresponde a un perfil "H"
(peralte igual al ancho de los pati
nes).
 - 6) El perfil M es un perfil que no puede cla
sificarse como "W", "S" o "HP".
- c) Tablestacas. Son las piezas de acero lami
nado, cuya forma les permite interconectar
se entre sí para formar una pared continua,
cuando cada pieza se hinca junto a la si
guiente.
- d) Barras. Son las piezas de acero laminado,
cuya sección transversal puede ser circu
lar, cuadrada o hexagonal en todos los ta
maños; soleras con espesor de cinco pun
to diez y seis (5.16) milímetros o mayor y
ancho de ciento cincuenta y dos (152) mil
ímetros como máximo; soleras con espesor de

cinco punto ochenta y cuatro (5.84) milímetros y ancho de ciento cincuenta y dos (152) milímetros, hasta doscientos tres (203) milímetros.

- e) Perfiles-barra. Son las piezas de acero laminado, cuya forma en sección transversal - puede ser de una I, H, Z, canal ó ángulo, - en la cual la dimensión mayor, en sección transversal, debe ser menor de setenta y seis (76) milímetros.

005-E.03 El fabricante debe realizar un análisis químico para determinar el contenido de carbono, manganeso, fósforo y azufre, y de cualquier otro elemento o elementos especificados o restringidos por la cláusula particular del producto. Dicho análisis debe realizarse en muestras tomadas de acuerdo con lo indicado en el capítulo (01.02.005) del Libro 6.

005-E.04 Si la Secretaría realiza un análisis químico en una muestra del producto terminado, dicha muestra debe tomarse de acuerdo con lo indicado en el capítulo - (01.02.005) del Libro 6 y el resultado de este análisis debe cumplir con lo señalado en la cláusula particular del producto, dentro de las tolerancias indicadas en las Tablas XXV, XXVI, XXVII y XXVIII, según el producto de que se trate. Cuando se indique un rango en la composición, el contenido de cualquier elemento químico en una colada no debe rebasar ninguno de los dos (2) límites señalados en las Tablas mencionadas en este Inciso.

005-E.05 El análisis de producto para planchas, perfiles estructurales y tablestacas, se sujetará a las siguientes tolerancias:

- a) Cuando los productos sean de acero al carbono, las indicadas en la Tabla XXV.

- b) Cuando los productos sean de acero de alta resistencia o de acero de alta resistencia y baja aleación, las indicadas en la Tabla XXV, en cuanto a carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio y cobre, (solamente cuando el cobre se especifique con un mínimo de cero punto veinte por ciento - (0.20%) y mayores, y las indicadas en la Tabla XXVI, para los demás elementos, (incluyendo el cobre, cuando se especifique un rango del mismo).
- c) Cuando los productos sean de acero de aleación, las indicadas en la Tabla XXVI.

005-E.06 El análisis de producto para barras y perfiles-barra, se sujetará a las siguientes tolerancias:

- a) Cuando los productos sean de acero al carbono, las indicadas en la Tabla XXVII.
- b) Cuando los productos sean de acero de alta resistencia ó de acero de alta resistencia y baja aleación, las indicadas en la Tabla XXVII, en cuanto a carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio y cobre, (solamente cuando el cobre se especifique con un mínimo de cero punto veinte por ciento (0.20%) y las indicadas en la Tabla XXVIII, para los elementos de aleación, (incluyendo el cobre, cuando se especifique un rango del mismo).

005-E.07 Las tolerancias en dimensiones y peso de las planchas, perfiles estructurales, tablestacas, barras y perfiles-barra, serán las siguientes:

- a) En las planchas, las indicadas en las Tablas XXIX a XLIII.
- b) En los perfiles estructurales, las tolerancias en dimensiones deben ser las indicadas

TABLA XXV. TOLERANCIAS EN EL ANALISIS DE PRODUCTO PARA PLANCHAS, PERFILES DE TAMAÑO ESTRUCTURAL Y TABLESTACAS, DE ACERO AL CARBONO, Y DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION (*)

Elemento	Límite superior o máximo del rango especificado, %	Tolerancias en %	
		Abajo del límite mínimo	Arriba del límite máximo
Carbono	Hasta 0.15	0.02	0.03
	Más de 0.15		
	Hasta 0.40	0.03	0.04
Manganeso	Hasta 0.60	0.03	0.03
	Más de 0.60		
	Hasta 1.15	0.04	0.04
	Más de 1.15		
	Hasta 1.65	0.05	0.05
Fósforo			0.010
Azufre			0.010
Silicio	Hasta 0.30	0.02	0.03
	Más de 0.30		
	Hasta 1.00	0.05	0.05
Cobre		0.02	

(*) Para las tolerancias en el análisis de producto para los elementos de aleación en aceros de alta resistencia y baja aleación, ver Tabla XXVI.

en las Tablas XLIV a LIII. Para el área de la sección transversal o para el peso, la tolerancia debe ser como máximo de dos punto cinco por ciento (2.5%) del área o del peso teórico especificado.

- c) En las tablestacas, la tolerancia en peso debe ser como máximo de dos punto cinco por ciento (2.5%) del peso teórico especificado. La tolerancia en longitud debe ser de ciento veinticinco (125) milímetros en más y de cero (0) milímetros en menos, del largo especificado.

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

TABLA XXVI. TOLERANCIAS EN ANALISIS DE PRODUCTO Y
PLANCHAS DE ACERO DE ALEACION

Elemento	Límite superior o máximo del elemento especificado, en por ciento	Tolerancias arriba del límite máximo o abajo del límite mínimo, en por ciento
Carbono	Hasta 0.30	0.02
Manganeso	Hasta 0.90 Más de 0.90 hasta 2.10	0.04 0.05
Fósforo		0.01 *
Azufre	Hasta 0.060 y más 0.060	0.01 * 0.01 *
Silicio	Hasta 0.40 Más de 0.40 hasta 2.20	0.02 0.06
Niquel	Hasta 1.00 Más de 1.00 hasta 2.00	0.03 0.05
Cromo	Hasta 0.90 Más de 0.90 hasta 2.10	0.04 0.06
Molibdeno	Hasta 0.20 Más de 0.20 hasta 0.40 Más de 0.40 hasta 1.15	0.01 0.03 0.04
Cobre	Hasta 1.00 Más de 1.00 hasta 2.00	0.03 0.05
Titanio	Hasta 0.10	0.01 **
Vanadio	Hasta 0.10 Más de 0.10 hasta 0.25 Si solo se especifica un mínimo	0.01 ** 0.02 0.01 ***
Boro	No se especifican	
Columbio	Hasta 0.10	0.01 **
Zirconio	Hasta 0.15	0.03
Nitrógeno	Hasta 0.030	0.005

*) Arriba del máximo únicamente.

**) Si el mínimo del intervalo es 0.01%, la tolerancia en menos es de 0.005%

***) Abajo del mínimo únicamente.

TABLA XXVII. TOLERANCIAS EN EL ANALISIS DE PRODUCTO PARA BARRAS Y PERFILES BARRA DE ACERO AL CARBONO Y DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA - ALEACION *

Elemento	Límite o máximo del - intervalo especificado, en por ciento	Tolerancias arriba del límite máximo o abajo del límite mínimo, en por ciento
Carbono	Hasta 0.25 Más de 0.25 hasta 0.55	0.02 0.03
Manganeso	Hasta 0.90 Más de 0.90 hasta 1.65	0.03 0.06
Fósforo		0.008 **
Azufre		0.008 **
Silicio	Hasta 0.35 Más de 0.35 hasta 0.60	0.02 0.05
Cobre		0.02 ***

*) Para las tolerancias en análisis de producto para los elementos de aleación en aceros de alta resistencia y baja aleación, ver Tabla XXVIII.

**) Tolerancia arriba del máximo únicamente.

***) Tolerancia abajo del mínimo únicamente.

d) En las barras y perfiles-barra, las indicadas en las Tablas LIV y LXIII.

005-E.08 Los productos comprendidos en esta Cláusula - deben estar libres de defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación.

005-E.09 El fabricante puede acondicionar las planchas, eliminando los defectos superficiales mediante esmerilado, de manera que el área esmerilada quede limpia, sin cambios bruscos en su contorno y sin que se disminuya el espesor de la plancha en:

a) Más de siete por ciento (7%) del espesor nominal, cuando las planchas se ordenen por peso, sin que la disminución del espesor exceda en ningún caso, de tres punto dos (3.2)

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

TABLA XXVIII. TOLERANCIAS EN EL ANALISIS DE PRODUCTO
PARA BARRAS Y PERFILES BARRA DE ACERO
DE ALEACION

Elemento	Límite o máximo del intervalo especificado, en por ciento	Tolerancias arriba del límite máximo o abajo del límite mínimo, en por ciento
Niquel	Hasta 1.00	0.03
	Más de 1.00 hasta 2.00	0.05
Cromo	Hasta 0.90	0.03
	Más de 0.90 hasta 2.10	0.05
Molibdeno	Hasta 0.20	0.01
	Más de 0.20 hasta 0.40	0.02
Cobre	Hasta 1.00	0.03
	Más de 1.00 hasta 2.00	0.05
Titanio	Hasta 0.10	0.01 (*)
Vanadio	Hasta 0.10	0.01 (*)
	Más de 0.10 hasta 0.25	0.02
Columbio	Hasta 0.10	0.01 (*)
Zirconio	Hasta 0.15	0.03
Nitrógeno	Hasta 0.030	0.005

*) Si el mínimo del intervalo es 0.01%, la tolerancia en menos es de 0.005%.

milímetros.

- b) Más del espesor mínimo permitido, cuando las planchas se ordenen por espesor, de acuerdo a las tolerancias indicadas en las Tablas XXIX y XXX.

005-E.10 Las imperfecciones que presenten las planchas en una o ambas superficies, podrán eliminarse por cincelado, esmerilado o arco-aire y un posterior depósito de soldadura, siempre que se observen las siguientes limitaciones:

- a) El área cincelada, esmerilada o tratada con arco-aire, no debe exceder del dos por ciento (2%) del área de la superficie que está siendo acondicionada, de la plancha.
- b) La disminución del espesor del material como resultado de la eliminación de los defectos

TABLA XXIX. TOLERANCIAS EN ESPESOR Y PESO PARA PLANCHAS RECTANGULARES, EN ANCHOS DE LAMINACION Y CORTADAS CON CIZALLA, HASTA DE 381 mm Y MENORES DE ESPESOR, CUANDO SE ORDENEN POR ESPESOR

Espesor, en mm (a)	Tolerancia en más, en el promedio del peso del lote (b), expresada en % de los pesos nominales, para los siguientes anchos en mm											
	Hasta 1219 de 1219 a 1524 excl.	De 1219 a 1524 excl.	De 1524 a 1829 excl.	De 1829 a 2134 excl.	De 2134 a 2438 excl.	De 2438 a 2743 excl.	De 2743 a 3084 excl.	De 3084 a 3353 excl.	De 3353 a 3658 excl.	De 3658 a 4267 excl.	De 4267 y mayores	De 4267 y mayores
Hasta 6.4 excl.	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	14.0	16.0	18.5			
De 6.4 a 7.9 excl.	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	14.0	16.5	19.5		
De 7.9 a 9.5 excl.	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	15.0	17.0		
De 9.5 a 11.1 excl.	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	13.0	15.0		
De 11.1 a 12.7 excl.	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	11.0	13.0	17.0	
De 12.7 a 15.9 excl.	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.5	11.0	15.0	
De 15.9 a 19.1 excl.	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.0	11.0	
De 19.1 a 25.4 excl.	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.5	
De 25.4 a 50.8 excl.	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	
De 50.8 a 76.2 excl.	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.0	
De 76.2 a 101.6 excl.	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	
De 101.6 a 152.4 excl.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	
De 152.4 a 203.2 excl.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	
De 203.2 a 254.0 excl.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	
De 254.0 a 304.8 excl.	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
De 304.8 a 381.0 incl.	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	

a) Las tolerancias en menos en el espesor, es de 0.25 mm.

b) El término "lote" se aplica a todas las planchas de cada grupo, del mismo ancho y espesor, representadas en cada embarque.

NOTAS:

1. Las tolerancias de sobrepeso para lotes de planchas circulares y de plantilla es de 1.25 veces las cantidades de esta Tabla.
2. Las tolerancias de sobrepeso para planchas aisladas, es de 1.33 veces las cantidades de esta Tabla.
3. Las tolerancias de sobrepeso para las planchas circulares y de plantilla, aisladas es de 1.66 veces las cantidades de esta Tabla.

tos, antes del depósito de soldadura en cualquier lugar de la plancha, no debe exceder del treinta por ciento (30%) del espesor nominal de la plancha.

005-E.11 El fabricante podrá acondicionar los bordes de las planchas para eliminar imperfecciones superficiales mediante cincelado, esmerilado o arco-aire y un posterior depósito de soldadura. La profundidad máxima de la depresión antes del depósito de la soldadura, medida a partir del borde de la superficie de la plancha hacia adentro, debe limitarse al espesor de la plancha, con un máximo de veinticinco (25) milímetros.

TABLA XXX. TOLERANCIAS EN EL ESPESOR PARA PLANCHAS RECTANGULARES, DE MAS DE 50.80 mm DE ESPESOR Y ANCHO DE LAMINACION QUE SE INDICA (Aplicable únicamente a acero de a leación)

Espesor, en mm	Tolerancia en más, en mm, respecto al - espesor nominal para los anchos siguientes en mm					
	Hasta 914.40 excl.	De 914.40 a 1524 excl.	De 1524 a 2133 excl.	De 2133 a 3048 excl.	De 3048 a 3352 excl.	De 3353 ó más
Mayores de 50.80 has- ta 76.20 - excl.	1.59	2.38	2.78	3.18	3.18	3.57
De 76.20 - hasta 101.60 excl.	1.98	2.38	2.78	3.18	3.18	3.57
De 101.60	2.38	3.18	3.57	3.57	3.97	4.37

NOTAS:

- 1.- La tolerancia en menos respecto al espesor nominal no debe ser mayor de 0.25 mm.
- 2.- Estas tolerancias se aplican únicamente cuando el espesor se mide a 9.5 mm de las orillas longitudinales de las planchas.
- 3.- Para las tolerancias de sobrepeso, que limitan el espesor de la plancha, vease la Tabla XXIX.

005-E.12 El fabricante podrá acondicionar los perfiles estructurales, perfiles-barra y tablestacas, para elimi

TABLA XXXI. TOLERANCIA EN PESO PARA PLANCHAS RECTANGULARES, EN ANCHOS DE LAMINACION Y CORTADAS CON CIZALLA, DE HASTA 2980 kg/m², CUANDO SE ORDENAN POR PESO (no aplicables a acero de aleación)

Pesos especificados kg/m ²		Tolerancias en el promedio del peso del lote (a) expresadas en % de los pesos por m ² nominales, para los anchos siguientes en mm																					
De	a excluir	Hasta 1219 y mayores		Mayores a 1524 excl.		De 1524 a 1829 excl.		De 1829 a 2138 excl.		De 2138 a 2438 excl.		De 2438 a 2743 excl.		De 2743 a 3048 excl.		De 3048 a 3353 excl.		De 3353 a 3658 excl.		De 3658 a 4267 excl.		De 4267 y mayores	
		Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de	Me- yor de	Me- nor de
49 61 73 85 98 122 146 195 398 596 795 1192 1590 1987 2384 2980		4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.5	3.0	9.0	3.0	11.0	3.0	13.0	3.0				
		4.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.5	3.0	7.0	3.0	8.0	3.0	9.0	3.0	12.0	3.0		
		4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.5	3.0	8.0	3.0	11.0	3.0		
		3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.0	3.0	9.0	3.0	10.0	3.0
		3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	8.0	3.0	9.0	3.0
		3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	7.0	3.0	8.0	3.0
		3.0	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	6.5	3.0	7.0	3.0
		3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	3.5	2.5	4.0	3.0	4.5	3.0	6.0	3.0	6.5	3.0
		2.5	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	3.5	2.5	4.0	3.0	4.5	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0
		2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	2.0	3.5	2.0	3.5	2.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0
		2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	4.0	3.0
		2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0	3.5	1.0
	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0	
	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0	
	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	
	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	

a) El término "lote" se aplica a todas las planchas de cada grupo, del mismo ancho y espesor, representadas en cada embarque.

NOTAS:

1. Las tolerancias en sobre peso para lotes de planchas circulares y de plantilla, debe ser 1.25 veces las cantidades de esta Tabla.
2. Las tolerancias en sobre peso para planchas aisladas deben ser de 1.33 veces las cantidades de esta Tabla.
3. Las tolerancias en sobre peso para planchas circulares y de plantilla, aisladas, deben ser 1.66 veces las cantidades de esta Tabla.

TABLA XXXII. TOLERANCIAS EN ANCHO Y LONGITUD PARA PLANCHAS HASTA DE 38.10 mm DE ESPESOR, CORTADAS CON CIZALLA; EN LONGITUD SOLAMENTE SE APLICAN A PLANCHAS HASTA DE 63.50 mm Y MENORES EN ESPESOR, EN ANCHOS DE LAMINACION

Dimensiones especificadas, en mm		Tolerancias en más (a), en mm, respecto al ancho y la longitud, para espesores en mm y pesas equivalentes, en kg/m2 siguientes:							
Longitud	Anchura	E S P E S O R E S							
		Hasta 9.53 excl.		De 9.53 a 15.90 excl.		De 15.90 a 25.40 excl.		De 25.40 a 50.80 incl.	
		P E S O S							
		Hasta 75 excl.		De 75 hasta 125 excl.		De 125 hasta 199 excl.		De 199 hasta 398 incl.	
		Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.
Hasta 3.05	Hasta 1.52 excl.	9.5	12.7	11.1	15.9	12.7	19.1	15.9	25.4
	De 1.52 a 2.13 excl.	11.1	15.9	12.7	17.5	15.9	22.2	19.1	25.4
	De 2.13 a 2.74 excl.	12.7	19.1	15.9	22.2	19.1	25.4	25.4	28.6
	De 2.74 ó mayor	15.9	22.2	19.1	25.4	22.2	28.6	28.6	31.8
De 3.05 a 6.10 excl.	Hasta 1.52 excl.	9.5	19.1	12.7	22.3	15.9	25.4	19.1	28.6
	De 1.52 a 2.13 excl.	12.7	19.1	15.9	22.2	19.1	25.4	22.2	31.8
	De 2.13 a 2.74 excl.	14.3	22.2	17.5	23.8	20.6	28.6	25.4	34.9
	De 2.74 ó mayor	15.9	25.4	19.1	28.6	22.2	31.8	28.6	34.9
De 6.10 a 9.14 excl.	Hasta 1.52 excl.	9.5	25.4	12.7	28.6	15.9	31.8	19.1	38.1
	De 1.52 a 2.13 excl.	12.7	25.4	15.9	28.6	19.1	31.8	22.2	38.1
	De 2.13 a 2.74 excl.	14.3	25.4	17.5	31.8	22.2	34.9	25.4	38.1
	De 2.74 ó mayor	17.5	28.6	22.2	31.8	25.4	34.9	31.8	44.5
De 9.14 a 12.19 excl.	Hasta 1.52 excl.	11.1	28.6	12.7	31.8	15.9	34.9	19.1	41.3
	De 1.52 a 2.13 excl.	12.7	31.8	15.9	34.9	19.1	38.1	22.2	41.3
	De 2.13 a 2.74 excl.	14.3	31.8	19.1	34.9	22.2	38.1	25.4	47.6
	De 2.74 ó mayor	19.1	34.9	22.2	38.1	25.4	41.3	31.8	47.6
De 12.19 a 15.24 excl.	Hasta 1.52 excl.	11.1	31.8	12.7	38.1	15.9	41.3	19.1	47.6
	De 1.52 a 2.13 excl.	12.7	34.9	15.9	38.1	19.1	41.3	22.2	47.6
	De 2.13 a 2.74 excl.	15.9	34.9	19.1	38.1	22.2	41.3	25.4	47.6
	De 2.74 ó mayor	19.1	38.1	22.2	41.3	25.4	44.5	31.8	47.6
De 15.24 a 18.29 excl.	Hasta 1.52 excl.	12.7	44.5	15.9	47.6	19.1	47.6	22.2	57.2
	De 1.52 a 2.13 excl.	15.9	44.5	19.1	47.6	22.2	47.6	25.4	57.2
	De 2.13 a 2.74 excl.	15.9	44.5	19.1	47.6	22.2	47.6	28.6	57.2
	De 2.74 ó mayor	22.2	44.5	25.4	50.8	28.9	57.2	31.8	63.5
De 18.29 y mayor	Hasta 1.52 excl.	14.3	50.8	19.1	54.0	22.2	57.2	25.4	69.9
	De 1.52 a 2.13 excl.	19.1	50.8	22.2	54.0	25.4	57.2	28.6	69.9
	De 2.13 a 2.74 excl.	19.1	50.8	22.2	54.0	25.4	57.2	31.8	69.9
	De 2.74 ó mayor	25.4	50.8	28.6	60.3	31.8	63.5	34.9	76.2

a) La tolerancia en menos respecto al ancho y la longitud especificada debe ser 6.4 mm.

b) La tolerancia en longitud se aplica también a planchas con ancho de laminación hasta de 304.8 mm y espesores mayores de 50.8 mm hasta 63.5 mm, con excepción de las de acero de aleación, con espesor hasta de 44.5 mm.

nar los defectos perjudiciales de la superficie mediante esmerilado, o cincelado y esmerilado previendo que el á rea esmerilada quede limpia, sin cambios bruscos en su contorno y que las depresiones en la superficie lamina da del perfil se sujeten a las siguientes limitaciones:

- a) Cero punto ocho (0.8) milímetros máximo, pa ra materiales con espesor menor de nueve punto cinco (9.5) milímetros.
- b) Uno punto seis (1.6) milímetros máximo, pa ra materiales con espesor de nueve punto cinco (9.5) milímetros hasta cincuenta y un (51) milímetros, inclusive.
- c) Tres punto dos (3.2) milímetros máximo, pa ra materiales con espesor mayor de cincuen ta y un (51) milímetros.
- d) Los defectos superficiales con profundidad mayor a los límites antes citados, pueden e liminarsse por cincelado o esmerilado, y un posterior depósito de soldadura, de acuerdo con lo siguiente:
 - 1) El área total de la superficie cincelada o esmerilada de cualquier pieza antes del depósito de soldadura, no debe exceder del dos por ciento (2%) del area total de la superficie de la pieza.
 - 2) La disminución del espesor del material, resultado de la eliminación de los defec tos en cualquier lugar, antes de proce der a depositar la soldadura, no debe e xceder del treinta por ciento (30%) del e spesor nominal en el lugar del defecto, ni la profundidad de la depresión, antes de soldar, debe ser mayor de treinta (30) mi límetros en ningún caso, excepto lo indi cado en el subpárrafo 3) siguiente:
 - 3) Los lados de los ángulos, los patines de

TABLA XXXIII. TOLERANCIAS EN ANCHO PARA PLANCHAS CON BORDES DE LAMINACION, EN ROLLOS Y PARA PLANCHAS CORTADAS EN TRAMOS PRODUCIDAS EN MOLINO DE TIRA (NO APLICABLES A ACEROS DE ALEACION)

Ancho especificado en mm	Tolerancia, en más, en mm (a), (b)
Hasta 355.6 exclusive	11.1
De 355.6 a 431.8 exclusive	12.7
De 431.8 a 482.6 exclusive	14.3
De 482.6 a 533.4 exclusive	15.9
De 533.4 a 609.6 exclusive	17.5
De 609.6 a 660.4 exclusive	20.6
De 660.4 a 711.2 exclusive	23.8
De 711.2 a 889.0 exclusive	28.6
De 889.0 a 1270 exclusive	31.8
De 1270 a 1524 exclusive	38.1
De 1524 a 1651 exclusive	41.3
De 1651 a 1778 exclusive	44.5
De 1778 a 2032 exclusive	47.6
De 2032 o mayor	50.8

- a) No hay tolerancia en menos para el ancho especificado.
- b) Estas tolerancias no se aplican a los extremos sin recortar de planchas en rollo con borde de laminación.

vigas, canales, zetas y el alma y patines de las tes, pueden acondicionarse por esmerilado, cincelado o arco-aire y un posterior depósito de soldadura. Antes de depositar la soldadura debe verificarse que la profundidad de la depresión, no sea mayor que el espesor del material en la base de la depresión, con un máximo de trece (13) milímetros.

- 4) Las conexiones de las tablestacas pueden acondicionarse, soldando y esmerilando, para reparar o reconstruir cualquier par

TABLA XXXIV. TOLERANCIAS EN EL DIAMETRO PARA PLANCHAS
CIRCULARES HASTA 25.4 mm DE ESPESOR,
CORTADAS CON CIZALLA

Diámetros, en mm	Tolerancia en más (a), en mm respecto al diámetro especificado para los espesores en mm siguientes:		
	Hasta 9.5 excl.	De 9.5 a 15.9 excl.	De 15.9 a 25.4 incl.
Hasta 812.8 excl.	6.35	9.53	12.70
De 812.8 a 2133.6 excl.	7.94	11.11	14.29
De 2133.6 a 2743.2 excl.	9.53	12.70	15.88
De 2743.2 a 3302.0 excl.	11.11	14.29	17.46
3302.0 ó mayor	12.70	15.88	19.05

te de la conexión, siempre y cuando el área reparada o reconstruida, no exceda - del dos por ciento (2%) del área total.

005-E.13 El fabricante puede acondicionar las barras eliminando los defectos superficiales mediante esmerilado o cincelado, asegurando que el área esmerilada o cincelada quede limpia y que el área de la sección afectada no se reduzca en más de las tolerancias indicadas en el párrafo (005-E.07.d) de este Capítulo.

005-E.14 Las imperfecciones mayores en profundidad que las indicadas en el inciso (005-E.13), pueden eliminarse por cincelado o esmerilado y un posterior depósito de soldadura, siempre que se observen las siguientes limitaciones:

- a) El área total de la superficie esmerilada o cincelada de cualquier pieza, antes de soldar, no debe exceder del dos por ciento (2%) del área total de la superficie de la pieza.
- b) La disminución de la dimensión de la sección de una barra redonda, cuadrada o hexagonal o la reducción en espesor de una sole

TABLA XXXV. TOLERANCIAS EN EL ANCHO DE LAMINACION PARA PLANCHAS HASTA DE 381 mm DE ESPESOR

Ancho específico, en mm		Tolerancia en más, en mm, respecto al ancho especificado (a), para espesores en mm y pesos equivalentes en kg/m ² siguientes:					
		E S P E S O R E S					
		Hasta 9.5 excl.	De 9.5 a 15.9 excl.	De 15.9 a 25.4 excl.	De 25.4 a 50.8 incl.	Mayor de 50.8 a 254.0 incl.	Mayor de 254.0 a 381.0 incl.
		P E S O S					
Mayor de 203.2 a 508.0 excl. De 508.0 a 914.4 excl. 914.4 ó mayor		Hasta 75 excl.	De 75 a 125 excl.	De 125 a 199 excl.	De 199 a 398 incl.	Mayor de 398 a 1992 incl.	Mayor de 1992 a 2988 incl.
		3.18	3.18	4.76	6.35	9.53	12.70
		4.76	6.35	7.94	9.53	11.11	14.29
		7.94	9.53	11.11	12.70	14.29	15.88

a) La tolerancia en menos para los anchos debe ser 3.2 mm.

TABLA XXXVI. TOLERANCIAS EN EL DIAMETRO PARA PLANCHAS CIRCULARES CORTADAS CON SOPLETE
(No aplicables a acero de aleación)

Diámetro, en mm	Tolerancias en más (a), en mm, sobre el diámetro especificado, para los siguientes espesores en mm				
	Hasta 25.4 excl.	De 25.4 a 50.8 excl.	De 50.8 a 101.6 excl.	De 101.6 a 152.4 excl.	De 152.4 a 203.2 excl.
Hasta 812.8 excl.	9.53	9.53	12.70	12.70	15.88
De 812.8 a 2133.6 excl.	9.53	12.70	12.70	15.88	19.05
De 2133.6 a 2743.2 excl.	12.70	14.29	15.88	19.05	22.23
De 2743.2 a 3302.0 excl.	12.70	14.29	17.46	22.23	25.40
3302.0 ó mayor	15.88	19.05	22.23	25.40	28.58
					31.75

a) No hay tolerancia en menos para el diámetro.

TABLA XXXVII. TOLERANCIAS EN ANCHO Y LONGITUD PARA
PLANCHAS RECTANGULARES, DE ACERO DE
ALEACION, CUANDO SE ESPECIFIQUE O -
SE REQUIERA SEAN CORTADAS CON SOPLETE

Espesor especificado, en mm	Tolerancia en más (a), en mm para todos los anchos o longitudes especificados
Hasta 50.8 excl.	19.05
De 50.8 a 101.6 excl.	25.40
101.6	28.58

a) Estas tolerancias pueden tomarse todas en menos o dividirse en más y en menos, según se especifique.

NOTA:

Las planchas con orillas de molino pueden cortarse con soplete, únicamente a lo largo.

TABLA XXXVIII. TOLERANCIAS EN ANCHO Y LONGITUD PARA
PLANCHAS RECTANGULARES, CUANDO SE -
ESPECIFIQUE O SE REQUIERA SEAN -
CORTADAS CON SOPLETE (No aplicables
a acero de aleación)

Espesor especificado, en mm	Tolerancia en más (a), en mm para todos los anchos o longitudes especificados.
Hasta 50.8 excl.	12.7
De 50.8 a 101.6 excl.	15.9
De 101.6 a 152.4 excl.	19.1
De 152.4 a 203.2 excl.	22.2
De 203.2 a 381.0 incl.	25.4

a) Estas tolerancias pueden tomarse todas en menos o dividirse en más y en menos, según se especifique.

NOTA:

Las planchas con orillas de molino pueden cortarse con soplete, únicamente a lo largo.

TABLA XXXIX. TOLERANCIAS EN EL DIAMETRO PARA PLANCHAS CIRCULARES, DE ACERO DE ALEACION,
CORTADAS CON SOPLETE

Diámetro especificado, en mm	Tolerancias en más (a), en mm respecto a los diámetros especificados, para los siguientes espesores, en mm				
	Hasta 25.4 excl.	De 25.4 a 50.8 excl.	De 50.8 a 101.6 excl.	De 101.6 a 152.4 excl.	De 152.4 a 203.2 excl.
Hasta 812.8 excl.	12.7	12.7	19.1	19.1	25.4
De 812.8 a 2133.6 excl.	12.7	15.9	22.2	25.4	28.6
De 2133.6 a 2743.2 excl.	15.9	19.1	25.4	28.6	31.8
De 2743.2 a 3302.0 incl.	22.2	25.4	28.6	31.8	44.5
					25.4
					31.8
					34.9
					38.1

a) No hay tolerancia en menos para el diámetro.

TABLA XL. FLECHA TOLERABLE PARA PLANCHAS CON ANCHOS DE LAMINACION DE ACEROS AL CARBONO, ACEROS DE ALEACION Y ACEROS DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION Y PARA PLANCHAS RECTANGULARES CORTADAS CON CIZALLA Y CON SOPLETE DE ACEROS DE ALEACION Y DE ACEROS DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION

Espesores especificados, en mm	Pesos especificados, en kg/m ²	Ancho, en mm	Flecha tolerable para los espesores y anchos dados, en mm
Hasta 50.8 incl.	Hasta 398 incl.	Todos	2.1 x longitud en metros
Mayor de 50.8 a 381.0 incl.	Mayor de 398 a 2988 incl.	Hasta 762.0	3.1 x longitud en metros
Mayor de 50.8 a 381.0 incl.	Mayor de 398 a 2988 incl.	Mayor de 762.0	4.2 x longitud en metros

Flecha en lo que se refiere a planchas es la deformación de la orilla, con la plancha en la posición horizontal, medida en cualquier punto de su longitud, con respecto al plano horizontal de apoyo.

TABLA XLI. FLECHA TOLERABLE PARA PLANCHAS DE ACERO AL CARBONO CORTADAS CON CIZALLA Y PLANCHAS RECTANGULARES CORTADAS CON SOPLETE, EN TODOS LOS ESPESORES. (Solo aplicable a planchas de acero al carbono)

Flecha máxima, en mm	2.1 x longitud, en m
----------------------	----------------------

ra, resultado de la eliminación de una imperfección, antes del depósito de soldadura, no debe exceder del cinco por ciento (5%) de las dimensiones nominales de la sección o del espesor en el lugar donde se presente la imperfección.

- c) En los bordes de las soleras la profundidad de la depresión, antes del depósito de soldadura, se medirá de la orilla hacia adentro y debe limitarse a una profundidad igual al espesor de la solera, con un máximo de trece (13) milímetros.

005-E.15 La reparación por soldadura, de los aceros al carbono y aceros de alta resistencia y baja aleación debe efectuarse observando lo siguiente:

- a) Se establecerán y seguirán procedimientos de soldadura adecuados al material por soldar, de acuerdo con lo señalado en el Capítulo 006 de este Libro 4.
- b) Deberán ejecutarse por soldadores calificados, usando electrodos de bajo contenido de hidrógeno. Los electrodos deben protegerse de la humedad durante su almacenamiento y uso.

005-E.16 La reparación por soldadura de los aceros de aleación, debe efectuarse observando lo siguiente:

- a) Se establecerán y seguirán procedimientos de soldadura apropiados para el material - por soldar, respetando lo que corresponda - del Capítulo 006 de este Libro 4.
- b) Los procedimientos deben ser aprobados por la Secretaría y los soldadores deben ser calificados. Los electrodos deben protegerse de la humedad durante su almacenamiento y uso.
- c) Después de la eliminación completa del de-

fecto y antes de soldar, la cavidad debe examinarse mediante el método de inspección con partículas magnéticas o líquidos penetrantes, a fin de asegurarse que la imperfección ha sido eliminada totalmente. Cuando se use la inspección con partículas magnéticas, la cavidad debe examinarse en sentido paralelo y normal a la longitud de la cavidad.

- d) Los electrodos y el metal base deben estar libres de contaminantes que produzcan hidrógeno, tales como aceite, grasa u otros materiales orgánicos. El metal base debe mantenerse seco durante la operación de soldadura.

005-E.17 Para materiales tratados térmicamente, las soldaduras deben realizarse usando los procesos de soldadura de arco con electrodos protegidos o el de atmósfera de gas inerte, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Se deben establecer y seguir los procedimientos de soldadura apropiados para el material por soldar, respetando lo que corresponda del Capítulo 006 de este Libro 4. Estos procedimientos deberán ser aprobados por la Secretaría y los soldadores deben ser calificados.
- b) Los electrodos deben seleccionarse de manera que el metal depositado sea compatible con las propiedades mínimas de resistencia mecánica del metal base y su contenido de humedad no debe exceder del nivel tolerable.
- c) Para el proceso de gas inerte, la composición del metal depositado debe ser compatible con las propiedades físicas y químicas especificadas para el metal base.
- d) Cuando las reparaciones por cualquiera de

TABLA XLII TOLERANCIAS EN PLANEZA PARA PLANCHAS RECTANGULARES, DE ACERO AL CARBONO CORTADAS CON CIZALLA, EN ANCHOS DE LAMINACION, PLANCHAS CIRCULARES Y PLANCHAS CORTADAS CON PLANTILLA. (Sólo aplicables a planchas de acero al carbono)

Espesor Especificado, en mm		Peso Especificado, en kg/m ²		Tolerancias en mm, medidas a partir de una superficie plana para los siguientes anchos, en mm (a), (b):											
Hasta	De	914 excl.	De 1219 excl.	De 1524 excl.	De 1829 excl.	De 2134 excl.	De 2438 excl.	De 2743 excl.	De 3048 excl.	De 3658 excl.	De 4267 excl.	De 4878 excl.	De 5489 excl.	De 6100 excl.	De 6711 excl.
Hasta 6.4 a 9.5 excl.	De 9.5 excl.	De 12.7 excl.	De 15.9 excl.	De 19.1 excl.	De 23.8 excl.	De 27.9 excl.	De 32.0 excl.	De 36.1 excl.	De 40.2 excl.	De 44.3 excl.	De 48.4 excl.	De 52.5 excl.	De 56.6 excl.	De 60.7 excl.	De 64.8 excl.
De 9.5 a 12.7 excl.	De 12.7 excl.	De 15.9 excl.	De 19.1 excl.	De 23.8 excl.	De 27.9 excl.	De 32.0 excl.	De 36.1 excl.	De 40.2 excl.	De 44.3 excl.	De 48.4 excl.	De 52.5 excl.	De 56.6 excl.	De 60.7 excl.	De 64.8 excl.	De 68.9 excl.
De 12.7 a 19.1 excl.	De 19.1 excl.	De 23.8 excl.	De 27.9 excl.	De 32.0 excl.	De 36.1 excl.	De 40.2 excl.	De 44.3 excl.	De 48.4 excl.	De 52.5 excl.	De 56.6 excl.	De 60.7 excl.	De 64.8 excl.	De 68.9 excl.	De 73.0 excl.	De 77.1 excl.
De 19.1 a 25.4 excl.	De 25.4 excl.	De 32.0 excl.	De 36.1 excl.	De 40.2 excl.	De 44.3 excl.	De 48.4 excl.	De 52.5 excl.	De 56.6 excl.	De 60.7 excl.	De 64.8 excl.	De 68.9 excl.	De 73.0 excl.	De 77.1 excl.	De 81.2 excl.	De 85.3 excl.
De 25.4 a 50.8 excl.	De 50.8 excl.	De 60.7 excl.	De 73.0 excl.	De 85.3 excl.	De 97.6 excl.	De 109.9 excl.	De 122.2 excl.	De 134.5 excl.	De 146.8 excl.	De 159.1 excl.	De 171.4 excl.	De 183.7 excl.	De 196.0 excl.	De 208.3 excl.	De 220.6 excl.
De 50.8 a 101.6 excl.	De 101.6 excl.	De 122.2 excl.	De 143.7 excl.	De 165.2 excl.	De 186.7 excl.	De 208.2 excl.	De 229.7 excl.	De 251.2 excl.	De 272.7 excl.	De 294.2 excl.	De 315.7 excl.	De 337.2 excl.	De 358.7 excl.	De 380.2 excl.	De 401.7 excl.
De 101.6 a 152.4 excl.	De 152.4 excl.	De 183.7 excl.	De 215.0 excl.	De 246.3 excl.	De 277.6 excl.	De 308.9 excl.	De 340.2 excl.	De 371.5 excl.	De 402.8 excl.	De 434.1 excl.	De 465.4 excl.	De 496.7 excl.	De 528.0 excl.	De 559.3 excl.	De 590.6 excl.
De 152.4 a 203.2 excl.	De 203.2 excl.	De 244.5 excl.	De 285.8 excl.	De 327.1 excl.	De 368.4 excl.	De 409.7 excl.	De 451.0 excl.	De 492.3 excl.	De 533.6 excl.	De 574.9 excl.	De 616.2 excl.	De 657.5 excl.	De 698.8 excl.	De 740.1 excl.	De 781.4 excl.
De 203.2 a 254.0 excl.	De 254.0 excl.	De 305.3 excl.	De 356.6 excl.	De 407.9 excl.	De 459.2 excl.	De 510.5 excl.	De 561.8 excl.	De 613.1 excl.	De 664.4 excl.	De 715.7 excl.	De 767.0 excl.	De 818.3 excl.	De 869.6 excl.	De 920.9 excl.	De 972.2 excl.
De 254.0 a 304.8 excl.	De 304.8 excl.	De 366.1 excl.	De 427.4 excl.	De 488.7 excl.	De 550.0 excl.	De 611.3 excl.	De 672.6 excl.	De 733.9 excl.	De 795.2 excl.	De 856.5 excl.	De 917.8 excl.	De 979.1 excl.	De 1040.4 excl.	De 1101.7 excl.	De 1163.0 excl.
De 304.8 a 381.0 incl.	De 381.0 incl.	De 462.1 incl.	De 543.2 incl.	De 624.3 incl.	De 705.4 incl.	De 786.5 incl.	De 867.6 incl.	De 948.7 incl.	De 1029.8 incl.	De 1110.9 incl.	De 1192.0 incl.	De 1273.1 incl.	De 1354.2 incl.	De 1435.3 incl.	De 1516.4 incl.

- a) Tolerancias en planeza en sentido longitudinal. Se considera longitud a la dimensión mayor especificada y las tolerancias a lo largo de toda la longitud no deben exceder de las cantidades establecidas para cada ancho especificado, en planchas, hasta de 3.6 m de longitud o mayor en cualquier plancha de 3.6 m de longitud o mayor.
- b) Tolerancias en planeza en sentido de la anchura. Las tolerancias en planeza a través de la anchura no deben exceder las cantidades tabuladas para los anchos especificados.

NOTAS:

1. Cuando la dimensión mayor es inferior a 914 mm, la tolerancia no debe exceder de 6.4 mm, cuando la dimensión mayor está comprendida entre 914 mm hasta 1829 mm, la tolerancia no debe exceder del 75% de la cantidad tabulada para el ancho especificado, pero en ningún caso debe ser menor de 6.4 mm.
2. Estas tolerancias se aplican a planchas que tengan una resistencia mínima a la tensión de 42.2 kg/mm² o una composición química o dureza compatibles. Los límites anotados en la Tabla deben incrementarse en un 50% para planchas con una alta resistencia a la tensión o análisis químico o dureza compatibles.
3. Esta tabla y las notas correspondientes, cubren las tolerancias para planeza de planchas circulares y de plantilla, basándose en la dimensión máxima de dichas planchas.

TABLA XLIII. TOLERANCIA EN PLANEZA PARA PLANCHAS DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION, RECTANGULARES CORTADAS CON CIZALLA (EN ANCHOS DE LAMINACION, PLANCHAS CIRCULARES Y PLANCHAS CORTADAS CON PLANTILLA, LAMINADAS EN CALIENTE O TRATADAS TERMICAMENTE). (No aplicables a acero al carbono)

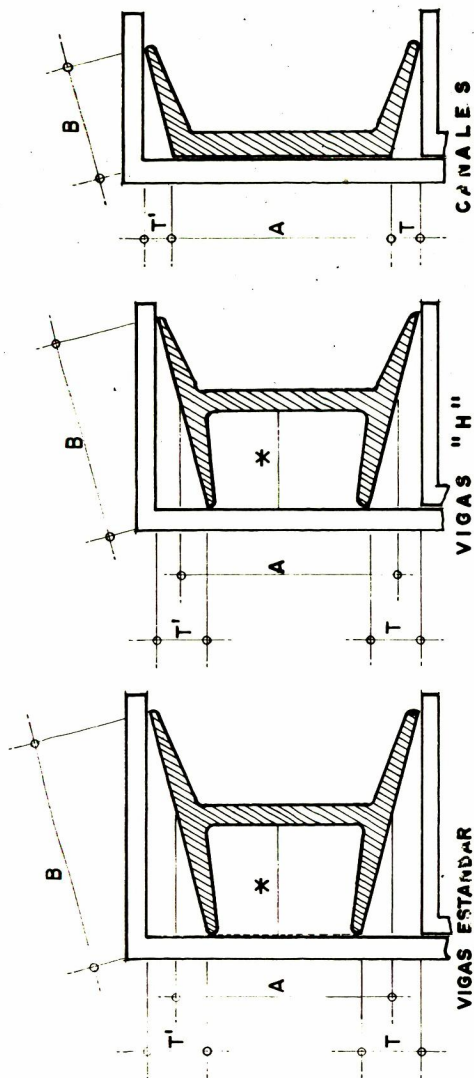
Espesor especificado, en mm	Peso especificado, en kg/m ²	Tolerancias en mm, medidas a partir de una superficie plana, para los siguientes anchos especificados en mm (a):													
		Hasta 914 excl.	De 914 a 1219 excl.	De 1219 a 1524 excl.	De 1524 a 1829 excl.	De 1829 a 2134 excl.	De 2134 a 2438 excl.	De 2438 a 2743 excl.	De 2743 a 3048 excl.	De 3048 a 3658 excl.	De 3658 a 4267 excl.	De 4267 a 4878 excl.	De 4878 a 5488 excl.	De 5488 a 6098 excl.	De 6098 a 6708 excl.
Hasta 6.4 a 9.5 excl.	Hasta 50 a 75 excl.	20.6	28.6	34.9	47.6	50.8	57.2	60.3	66.7	69.9					
De 9.5 a 12.7 excl.	De 75 a 100 excl.	19.1	23.8	28.6	34.9	44.5	47.6	50.8	57.2	60.3					
De 12.7 a 19.1 excl.	De 100 a 149 excl.	19.1	22.2	23.8	23.8	28.6	33.3	38.1	41.3	47.6					
De 19.1 a 25.4 excl.	De 149 a 199 excl.	15.9	19.1	20.6	22.2	25.4	28.6	31.8	34.9	38.1					
De 25.4 a 50.8 excl.	De 199 a 398 excl.	15.9	19.1	22.2	22.2	23.8	25.4	28.6	33.3	38.1					
De 50.8 a 101.6 excl.	De 398 a 797 excl.	14.3	15.9	19.1	20.6	22.2	23.8	25.4	25.4	25.4					
De 101.6 a 152.4 excl.	De 797 a 1195 excl.	12.7	14.3	17.5	19.1	19.1	19.1	19.1	22.2	25.4					
De 152.4 a 203.2 excl.	De 1195 a 1594 excl.	14.3	17.5	19.1	19.1	22.2	22.2	23.8	28.6	31.8					
De 203.2 a 254.0 excl.	De 1594 a 2041 excl.	15.9	19.1	23.8	25.4	25.4	28.6	31.8	34.9	38.1					
De 254.0 a 304.8 excl.	De 2041 a 2390 excl.	19.1	23.8	28.6	31.8	33.3	34.9	38.1	38.1	38.1					
De 304.8 a 381.0 incl.	De 2390 a 2988 incl.	22.2	25.4	30.2	33.3	34.9	38.1	38.1	38.1	38.1					

a) Tolerancia en planeza en sentido longitudinal. Se considera longitud a la dimensión mayor, la tolerancia a lo largo de toda la longitud no debe exceder de la cantidad especificada para el ancho, en planchas hasta de 3.6 m de longitud o en cualquier tramo de 3.6 m en planchas de mayor longitud.

NOTAS:

1. Cuando la dimensión es inferior de 914 mm, la tolerancia no debe exceder de 9.5 mm. Cuando la dimensión mayor está comprendida entre 914 hasta 1829 mm, inclusive, la tolerancia no debe exceder del 75% de la cantidad tabulada para el ancho especificado.
2. Esta tabla y las notas cubren las tolerancias en planeza para planchas circulares y de plantilla, tomando como base las dimensiones máximas de dichas planchas.

**TABLA XLIV TOLERANCIAS EN LA SECCION TRANSVERSAL PARA VIGAS ESTANDAR,
VIGAS "H" EN SECCION DE LAMINACION (Laminador estandar) Y CANALES**
(No aplicables a aceros de aleación.)



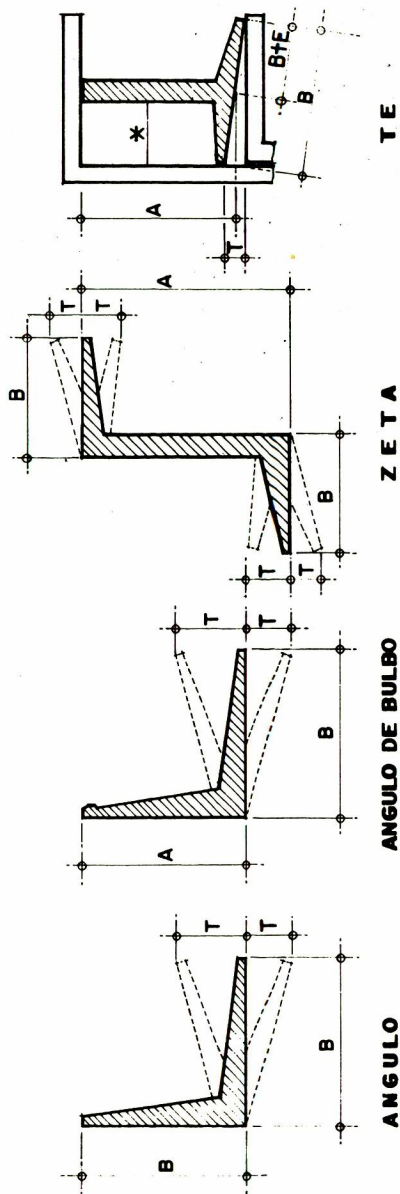
***** LA CARA INTERIOR DE LA ESCUADRA DEBE COLOCARSE PARALELA AL EJE DEL ALMA PARA MEDIR EL "Fuera de escuadra"
T + T' SE APLICA CUANDO LOS PATINES DE LAS CANALES ESTAN INCLINADOS HACIA ADETRUO O HACIA AFUERA.

TABLA XLIV - Continuación

S e c c i ó n	Tamaño nominal en mm	"A" peralte (a), en mm		"B" ancho del patín, en mm		T + T' "Fuera de escuadra" en mm por mm de "B"
		Arriba del teórico	Abajo del teórico	Arriba del teórico	Abajo del teórico	
Viga estándar	De 76.2 a 177.8 incl.	2.4	1.6	3.2	3.2	0.03
	Mayor de 177.8 a 355.6 incl.	3.2	2.4	4.0	4.0	0.03
	Mayor de 355.6 a 609.6 incl.	4.8	3.2	4.8	4.8	0.03
Vigas "H" de laminador estándar	101.6	2.4	1.6	3.2	3.2	0.03
	127.0	2.4	1.6	4.0	4.0	0.03
	De 152.4 y 203.2	3.2	2.4	4.8	4.8	0.03
Canales	De 76.2 a 177.8 incl.	2.4	1.6	3.2	3.2	0.03
	Mayor de 177.8 a 355.6 incl.	3.2	2.4	3.2	4.0	0.03
	Mayores de 355.6	4.8	3.2	3.2	4.8	0.03

a) "A" se mide en el eje del alma para las vigas en la parte exterior del alma para canales.

TABLA XLV - TOLERANCIAS EN LA SECCION TRANSVERSAL PARA ANGULOS, ANGULOS DE BULBOS, TES LAMINADAS Y ZETAS (no aplicable a acero de aleación.)



* Un lado de la escuadra, debe colocarse paralelo al eje del alma para medir el "Fuera de Escuadra".

TABLA XLV - Continuación

Sección	Tamaño, en mm	"A" peralte, en mm		"B" ancho del patín o longitud del alma en mm		"I" fuera de escuadra en mm por mm de "B"	"E" descentramiento del alma, máximo en mm
		Arriba del teórico	Abajo del teórico	Arriba del teórico	Abajo del teórico		
Ángulos (a)...	De 76 a 102 incl.			3.2	2.4	0.023 (b)	
	Mayor de 102 a 152 incl.			3.2	3.2	0.023 (b)	
	Mayor de 152			4.8	3.2	0.023 (b)	
Ángulos de bulbo (Peralte)...	De 76 a 102 incl.	3.2	1.6	3.2	2.4	0.023 (b)	
	Mayor de 102 a 152 incl.	3.2	1.6	3.2	3.2	0.023 (b)	
	Mayor de 152	3.2	1.6	4.8	3.2	0.023 (b)	
Tres laminadas (Alma o patín)	Hasta 127 incl.	2.4	1.6	3.2	3.2	0.031	2.4
	Mayor de 127 a 178 incl.	2.4	1.6	3.2	3.2	0.031	3.2
Zetas.....	De 76 a 102 incl.	3.2	1.6	3.2	2.4	0.023 (b)	
	Mayor de 102 a 152 incl.	3.2	1.6	3.2	3.2	0.023 (b)	

a) Para ángulos de alas desiguales, el ala de mayor tamaño determinará su clasificación.

b) 0.023 = 1 1/2 grados.

TABLA XLVI. TOLERANCIAS EN LONGITUD PARA PERFILES ESTANDAR (no aplicables a acero de aleación)

Tolerancias en mm, para las longitudes en m siguientes:									
Hasta 9.14		Mayor de 9.14 hasta 12.19 incl.		Mayor de 12.19 hasta 15.24 incl.		Mayor de 15.24 hasta 19.81 incl.		Mayores de 19.81	
En más	En menos	En más	En menos	En más	En menos	En más	En menos	En más	En menos
12.7	6.4	19.1	6.4	25.4	6.4	28.6	6.4	31.8	6.4
Todos los perfiles estándar									

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

TABLA XLVII. TOLERANCIA EN LOS EXTREMOS FUERA DE ESCUADRA, PARA PERFILES ESTANDAR (No aplicables a acero de aleación)

Perfiles	Tolerancias
Vigas estándar, canales, vigas "H", en sección de laminación.	0.016 mm por milímetro de peralte
Angulos (a)	0.023 mm por milímetro de longitud de lado o 1.5 grados.
Angulos de bulbo	0.023 mm por milímetro de peralte o 1.5 grados.
Tes laminadas (a)	0.016 mm por milímetro del patín o alma.
Zetas	0.023 mm por milímetro de la suma de las longitudes de las alas.

a) Las tolerancias para extremos "fuera de escuadra" se determinan sobre los elementos de mayor longitud del perfil.

TABLA XLVIII. TOLERANCIAS EN RECTITUD, PARA PERFILES ESTANDAR
(No aplicables a acero de aleación)

	Tolerancias, en mm
Flecha	2.1 x longitud total en metros.
Curvatura	Debido a las grandes variaciones máximas en la flexibilidad de las vigas y canales estándar, las tolerancias por curvatura deben sujetarse a un convenio entre fabricante y comprador, para la sección individual de que se trate.

TABLA XLIX TOLERANCIAS EN LA SECCION TRANSVERSAL PARA PERFILES
DE PATIN ANCHO (no aplicables a acero de aleación.)

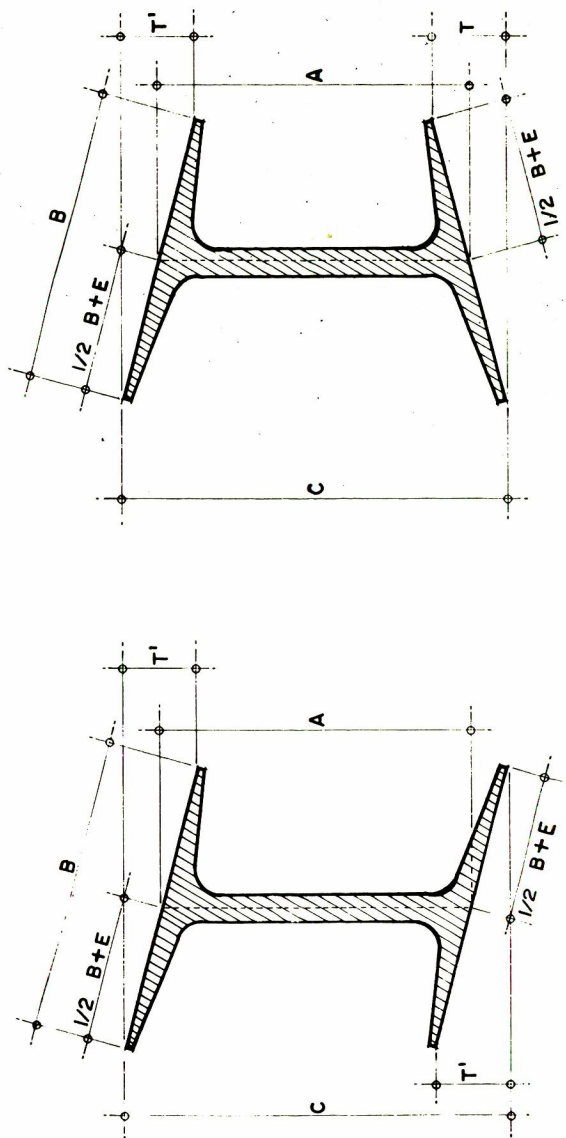


TABLA XLIX - Continuación

Tamaño de la sección, en mm	"A" peralte, en mm		"B" ancho del patín, en mm		T + T' patines fuera de escuadra, máximo, en mm	"E" descentramiento del alma, máximo, en mm *	"C" peralte máximo en cualquier sección transversal sobre el peralte teórico, en mm
	Arriba del teórico	Abajo del teórico	Arriba del teórico	Abajo del teórico			
Hasta 304.8 incl.	3.2	3.2	6.4	4.8	6.4	4.8	6.4
Mayores de 304.8	3.2	3.2	6.4	4.8	8.0	4.8	6.4

"A" Se mide sobre el eje del alma

"B" Se mide paralela al patín

"C" Se mide paralela al alma

* Para secciones mayores de 634 kg/m, la tolerancia máxima es de 8 mm.

TABLA L. TOLERANCIAS EN LONGITUD PARA PERFILES DE PATIN ANCHO a) y b)
(No aplicables a acero de aleación)

Perfiles de patín ancho	Tolerancias en mm para las longitudes en m siguientes:			
	Hasta 9.15		Mayores de 9.15	
	En más	En menos	En más	En menos
Vigas hasta de 610 mm de peralte nominal vigas de peralte nominal mayor de 610 mm y todas las columnas	9.5	9.5	9.5 mm, más 1.0 mm por cada metro adicional o fracción.	9.5 mm
	12.7	12.7	12.7 mm, más 1.0 mm por cada metro adicional o fracción.	12.7 mm

a) Cuando los perfiles de patín ancho se usen como pilotes de carga, la tolerancia en longitud es - de 127 mm en más, y de 0 mm en menos.

b) La tolerancia en "fuera de escuadra" en los extremos de perfiles de patín ancho, es de 0.016 mm por mm de peralte o ancho de patín si éste es mayor que el peralte.

TABLA LI. TOLERANCIAS EN LONGITUD Y EN FUERA DE ESCUADRA DE LOS EXTREMOS PARA PERFILES MAQUINADOS (No aplicables a acero de aleación)

Peralte nominal, en mm	Longitud a y b, en mm	Ambos extremos maquinados (b)			Un extremo maquinado (b)		
		Tolerancia en longitud, en mm		Tolerancia en fuera de escuadra de los extremos máxima, en mm	Tolerancia en longitud, en mm		Tolerancia en fuera de escuadra del extremo maquinado, en mm
		En más	En menos		En más	En menos	
152 a 915	1.83 a 21.34	0.8	0.8	0.8	6.4	6.4	0.8

a) La longitud se mide a lo largo del eje del alma. Las mediciones se hacen estando el acero y la cinta métrica a la misma temperatura.

b) El "fuera de escuadra" de los extremos se mide a partir del eje del alma o a partir del eje del patín. La variación obtenida en la medición de "fuera de escuadra", en cualquiera de los planos no debe exceder de la cantidad tabulada.

c) Las tolerancias en longitud y en "fuera de escuadra", son aditivas.

TABLA LII. TOLERANCIAS EN RECTITUD PARA PERFILES DE PATIN ANCHO (No aplicables a acero de aleación)

Perfiles de patín ancho	Tolerancias
Flecha y curvatura	1 mm por cada metro (a)
Cuando ciertas secciones (b) con un ancho de patín aproximadamente igual al peralte, se especifican para usarse como columnas las tolerancias siguientes:	
Longitudes hasta de 14 m.	1 mm por cada metro, pero no más de 10 mm.
Longitudes mayores de 14 m.	10 mm + (1 mm por cada metro de longitud que exceda de los 14 m).

a) La tolerancia en curvatura para secciones con un ancho de patín menor de 150 mm es de 2 mm por cada metro de longitud.

b) Tolerancias aplicables solamente a las siguientes secciones:

De 203 mm de peralte y peso de 46 kg/m ó mayor

De 254 mm de peralte y peso de 73 kg/m ó mayor

De 305 mm de peralte y peso de 97 kg/m ó mayor

De 356 mm de peralte y peso de 116 kg/m ó mayor

Cuando se especifiquen otras secciones para usarse como columnas, las tolerancias deben fijarse por común acuerdo entre proveedor y la Secretaría.

TABLA LIII. TOLERANCIAS EN DIMENSIONES PARA TES Y ANGULOS CORTADOS DE OTROS PERFILES (a)
(No aplicables a acero de (aleación)

Peralte especificado, en mm	Tolerancias en más y en menos, en mm (b)
Hasta 152 excl. (vigas y canales)	3.2
De 152 a 406 excl. (vigas y canales)	4.8
De 406 a 508 excl. (vigas y canales)	6.4
De 508 a 610 excl. (vigas)	7.9
610 o mayor (vigas)	9.5

a) Las tolerancias en longitud para tes y ángulos obtenidos por corte de otro perfil, son las mismas que las que se aplican a la sección de la cual proceden.

b) Estas tolerancias de peralte para tes o ángulos, incluyen las tolerancias en peralte de las vigas o canales de las cuales proceden. Deben aplicarse tanto las tolerancias en dimensiones como en rectitud propias de las vigas o canales de donde se cortan estos perfiles, con excepción de que la tolerancia en rectitud es de 2 mm por cada metro de longitud.

TABLA LIV. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE ANGULOS-BARRA ESTANDAR
(No aplicables a acero de aleación)

Longitud especificada del ala, en mm	Tolerancia en espesor en mm, para los siguientes espesores en mm			Tolerancias en mm, en más y en menos, para la longitud especificada del ala
	Hasta 4.8	Mayores de 4.8 hasta 9.5 incl.	Mayores de 9.5	
Hasta 25.4	0.20	0.25		0.79
Mayores de 25.4 hasta 50.8 incl.	0.25	0.25	0.30	1.19
Mayores de 50.8 a 76.2 excl.	0.30	0.38	0.38	1.59

NOTAS:

1. Para ángulos de lados desiguales las tolerancias deben aplicarse tomándose como base el ala más larga.
2. La tolerancia en "fuera de escuadra" en cualquier dirección es de 1 1/2 grados.

TABLA LV. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS CANALES-BARRA ESTANDAR
(No aplicables a acero de aleación)

Tamaño especificado del canal-barra, en mm	Tolerancias en mm, en más y en menos			Tolerancias en mm para "fuera de escuadra" de los patines por cada cm, de ancho del patín (a), en mm
	Para el peralte de la sección	Para el ancho de los patines	Para los siguientes espesores del alma, en mm.	
			Hasta 4.8 . Mayores de 4.8	
Hasta 38.1	0.79	0.79	0.25	0.38
Mayores de 3.81 a 7.62 excl.	1.59	1.59	0.38	0.51
				0.31

a) Para canales con peralte hasta de 15.90 mm, la tolerancia en "fuera de escuadra" es de 0.47 - mm/cm de peralte.

NOTA: Las mediciones de peraltes y anchos de patín se efectúan por la parte exterior de los canales.

TABLA LVI. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE BARRAS "T" ESTANDAR
(No aplicables a acero de aleación)

Tamaño de la T en mm (a)	Para el ancho o peralte, en mm (b)		Para el espesor del patín, en mm		Para el espesor del alma, en mm		Para el fuera de escuadra del alma, en mm (c)
	En más	En menos	En más	En menos	En más	En menos	
Hasta 31.8	1.19	1.19	0.25	0.25	0.13	0.51	0.79
Mayores de 31.8 hasta 50.8 inclusive	1.59	1.59	0.30	0.30	0.25	0.51	1.59
Mayor de 50.8 a 76.2 exclusive	2.38	2.38	0.38	0.38	0.38	0.51	2.38

a) El lado más largo de una "t" desigual determina el tamaño para aplicar las tolerancias.

b) Las mediciones tanto en ancho como en peralte se efectúan por la parte exterior.

c) "El fuera de escuadra del alma", es la variación del centro de línea a partir de su posición correcta.

TABLA LVII. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL PARA SOLERAS DE CANTOS EN ESCUADRA Y CANTOS REDONDEADOS (No aplicables a acero de aleación)

Ancho especificado, en mm	Tolerancias de espesor en mm, en más y en menos para los siguientes espesores en mm:						Tolerancias en mm en el ancho	
	De 5.2 a 5.8 excl.	De 5.8 a 6.4 excl.	De 6.4 a 12.7 incl.	Mayor de 12.7 a 25.4 incl.	Mayor de 25.4 a 50.8 incl.	Mayor de 50.8 a 76.2 incl.	Mayor de 76.2	En menos
Hasta 25.4 incl.	0.18	0.18	0.20	0.25				0.40
Mayor de 25.4 a 50.8 incl.	0.18	0.18	0.30	0.38	0.79		1.19	0.79
Mayor de 50.8 a 101.6 incl.	0.20	0.20	0.38	0.51	0.79	1.19	1.59	0.79
Mayor de 101.6 a 152.4 incl.	0.23	0.23	0.38	0.51	0.79	1.59	1.59	1.59
Mayor de 152.4 a 203.2 incl.	(a)	0.38	0.41	0.64	0.79	1.59	(b)	3.18(b)
								2.38(b)

a) Las soleras de más de 152.4 hasta 203.2 mm de ancho, y con espesores menores de 5.8 mm, no se en cuentan disponibles como barras de acero al carbono, laminadas en caliente.

b) Para soleras de más de 152.4 hasta 203.2 mm de ancho, y con espesores mayores de 76.20 mm, debe consultarse al fabricante para las tolerancias en espesor y ancho.

TABLA LVIII. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE BARRAS REDONDAS, BARRAS CUADRADAS Y BARRAS CUADRADAS CON LAS ESQUINAS REDONDEADAS (No aplicables al acero de aleación)

Tamaño especificado en mm	Tolerancias en el tamaño, en mm		Tolerancias en fuera de redon- do o fuera de cuadrado, en mm (a)
	En más	En menos	
Hasta 7.9 incl.	0.13	0.13	0.20
Mayor de 7.9 a 11.1 incl.	0.15	0.15	0.23
Mayor de 11.1 a 15.9 incl.	0.18	0.18	0.25
Mayor de 15.9 a 22.2 incl.	0.20	0.20	0.30
Mayor de 22.2 a 25.4 incl.	0.23	0.23	0.33
Mayor de 25.4 a 28.6 incl.	0.25	0.25	0.38
Mayor de 28.6 a 31.8 incl.	0.28	0.28	0.41
Mayor de 31.8 a 34.9 incl.	0.30	0.30	0.46
Mayor de 34.9 a 38.1 incl.	0.36	0.36	0.53
Mayor de 38.1 a 50.8 incl.	0.40	0.40	0.58
Mayor de 50.8 a 63.5 incl.	0.79	0	0.58
Mayor de 63.5 a 88.9 incl.	1.19	0	0.89
Mayor de 88.9 a 114.3 incl.	1.59	0	1.17
Mayor de 114.3 a 139.7 incl.	1.98	0	1.47
Mayor de 139.7 a 165.1 incl.	3.18	0	1.78
Mayor de 165.1 a 209.6 incl.	3.97	0	2.16
Mayor de 209.6 a 241.3 incl.	4.76	0	2.54
Mayor de 241.3 a 254.0 incl.	6.35	0	3.05

a) Fuera de redondo es la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo de la barra, medidos en la misma sección transversal. Fuera de cuadrado es la diferencia de distancias perpendiculares entre caras opuestas, medidas en la misma sección transversal.

TABLA LXII. TOLERANCIAS EN LONGITUD PARA BARRAS DE ACERO AL CARBONO,
CORTADAS EN CALIENTE (No aplicables a acero de aleación) (a)

Tamaños especificados de barras redondas, barras cuadradas y barras hexagonales, en mm	Tamaño de soleras, en mm		Tolerancias en mm, en más, respecto a la longitud especificada en metros (No hay tolerancia en menos)				
	Espesor	Ancho	De 1.52 a 3.05 excl.	De 3.05 a 6.10 excl.	De 6.10 a 9.14 excl.	De 9.14 a 12.19 excl.	De 12.19 a 18.29 incl.
Hasta 25.4 incl.	Hasta 25.4 incl.	Hasta 76.2 incl.	12.70	19.05	31.75	44.45	57.15
Mayor de 25.4 a 50.8 incl.	Mayor de 25.4	Hasta 76.2 incl.	15.88	25.40	38.10	50.80	63.50
Mayor de 25.4 a 50.8 incl.	Hasta 25.4 incl.	Mayor de 76.2 a 152.4 incl.	15.88	25.40	38.10	50.80	63.50
Mayor de 50.8 a 127.0 incl.	Mayor de 25.4	Mayor de 76.2 a 152.4 incl.	25.40	38.10	44.45	57.15	69.85
Mayor de 127.0 a 254.0 incl.			50.80	63.50	69.85	76.20	82.55
	De 5.8 a 25.4 incl.	Mayor de 152.4 a 203.2 incl.	19.05	31.75	44.45	88.90	101.60
	Mayor de 25.4 a 76.2 incl.	Mayor de 152.4 a 203.2 incl.	31.75	44.45	50.80	88.90	101.60
Otros tamaños de barras			15.88	25.40	38.10	50.80	63.50
CORTADAS EN CALIENTE CON SIERRA							
De 50.8 a 127.0 incl. (b)	De 25.4 ó mayor	De 76.2 ó mayor	(a)	38.10	44.45	57.15	69.85
Mayor de 127.0 a 254.0 incl.			(a)	63.50	69.85	76.20	82.55

a) Para soleras con ancho mayor de 152.4 hasta 203.2 mm inclusive y espesores mayores de 76.2 mm, debe consultarse al fabricante para las tolerancias en longitud.

b) Los tamaños y longitudes menores, generalmente no se cortan en caliente con sierra.

TABLA LIX. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION DE BARRAS HEXAGONALES (No aplicables a acero de aleación)

Tamaño especificado entre lados opuestos, en mm	Tolerancias en el tamaño, en mm		Diferencia máxima entre tres mediciones, en mm (a)
	En más	En menos	
Hasta 12.7 incl.	0.18	0.18	0.28
Mayor de 12.7 a 25.4 incl.	0.25	0.25	0.38
Mayor de 25.4 a 38.1 incl.	0.53	0.33	0.64
Mayor de 38.1 a 50.8 incl.	0.79	0.40	0.79
Mayor de 50.8 a 63.5 incl.	1.19	0.40	0.19
Mayor de 63.5 a 88.9 incl.	1.59	0.40	1.59

a) Se refiere a la diferencia mayor entre dos medidas cualquiera, de las tres posibles.

TABLA LX. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE BARRAS MEDIA CAÑA, OVALOS Y OTROS PERFILES-BARRA ESPECIALES. (No aplicables a acero de aleación)

Las tolerancias en barras media caña, óvalos y otros perfiles-barra especiales, que no estén incluidas en las tablas anteriores, deben ser motivo de convenio previo.

TABLA LXI. TOLERANCIA EN LA RECTITUD PARA BARRAS Y PERFILES-BARRA (No aplicables a acero de aleación)

	Tolerancia máxima en rectitud
Barras y perfiles-barra (a)	4 mm por cada metro de longitud

a) Las tolerancias en rectitud no se aplican a barras laminadas en caliente, si después de fabricadas han sido sometidas a cualquier operación de calentamiento.

los dos procesos mencionados, vayan a ser -
tratadas térmicamente, debe tenerse especial
cuidado en la selección de los electrodos,
a fin de evitar aquellas composiciones que
den fragilidad como resultado del tratamien
to térmico.

TABLA LXIII. TOLERANCIAS EN LONGITUD PARA BARRAS CORTADAS
DESPUES DE HABER SIDO ENDEREZADAS (No apli-
cables a acero de aleación) (a), (b)

Tamaños de barras redondas, barras cuadradas y barras hexagonales. Anchos de soleras y dimensión máxima de otras secciones, en mm	Tolerancias en mm para las siguientes longitudes especificadas en mm			
	Hasta 3.66 m incl.		Mayor de 3.66 m	
	En más	En menos	En más	En menos
Hasta 76.2 incl.	4.76	1.59	6.35	1.59
Mayor de 76.2 a 152.4 incl.	6.35	1.59	9.53	1.59
Mayor de 152.4 a 203.2 incl.	9.53	1.59	12.70	1.59
Redondas de 203.2 hasta 254.0 incl.	12.70	1.59	15.88	1.59

- a) Para soleras con ancho mayor de 152.4 hasta 203.3 mm inclusive, y espesores mayores de 76.2 mm, debe consultarse al fabricante para las tolerancias en lon-
gitud.
- b) Algunas veces se requiere que las tolerancias sean todas en más o todas en menos, respecto a la longi-
tud especificada, en cuyo caso se aplica la suma de las dos tolerancias.

005-E.18 La zona afectada por el calor, en los aceros de aleación templados y revenidos, puede ser dañada por la excesiva aplicación de calor o precalentamiento excesivo o por ambos. Análogamente un precalentamiento y - una aplicación de calor insuficiente en la soldadura para aceros de aleación templados y revenidos, puede dar como resultado defectos indeseables; por lo tanto, debe usarse una combinación adecuada de aplicación de calor y precalentamiento.

005-E.19 Para material que vaya a ser templado y reve-

nido después de la reparación por soldadura, los electrodos deben seleccionarse de manera que la soldadura depositada cumpla con las propiedades mecánicas del metal base, después del tratamiento térmico.

005-E.20 Las reparaciones sobre material que posteriormente vaya a ser tratado térmicamente, deben examinarse después del tratamiento térmico. Las reparaciones sobre material que no vaya a ser tratado térmicamente en la fábrica, deben ser examinados después de cuarenta y ocho (48) horas, por cualquiera de los métodos indicados en el párrafo (005-E.16.c) de este Capítulo.

005-E.21 Los lugares en que se hayan ejecutado reparaciones por soldadura deben marcarse en la pieza terminada.

005-E.22 Las soldaduras y las zonas adyacentes afectadas por el calor deben estar sanas y libres de grietas; el metal de la soldadura debe estar totalmente fundido y todas las superficies y orillas sin socavaciones o traslapes; cualquier grieta visible, porosidad o falta de fusión, en algún cordón de soldadura, debe eliminarse antes de depositar el siguiente cordón. El metal depositado de soldadura debe sobresalir de la superficie laminada como mínimo uno punto seis (1.6) milímetros y el material sobresaliente debe eliminarse por esmerinado hasta nivelarlo con la superficie laminada y lograr así un buen acabado.

005-E.23 Las planchas, los perfiles estructurales, los perfiles-barra, las tablestacas y las barras deberán identificarse en la forma siguiente:

- a) Cada una de las planchas debe marcarse por estampado, troquelado o pintado, con el número de la colada, el nombre del fabricante o marca registrada; el tamaño y el espesor; a menos que se especifique otra cosa, tales marcas, en el caso de paquetes perfectamente asegurados, de planchas con espesor de siete punto nueve (7.9) milímetros y meno-

res, en todos los tamaños y de planchas con anchos de novecientos catorce (914) milímetros y menores en todos los espesores, pueden marcarse por estampado o pintado de la plancha superior de cada paquete o bien anotar todos los datos en una etiqueta resistente atada a cada paquete.

- b) Cada uno de los perfiles estructurales y perfiles-barra, debe marcarse con el número de colada, tamaño de la sección, longitud y marcas de identificación de la laminación. El nombre del fabricante o marca registrada debe marcarse con letras realizadas a intervalos a lo largo de toda la longitud, con excepción de aquellos perfiles estructurales y perfiles-barra pequeños, cuya dimensión más grande de su sección transversal no sobrepase de ciento veintisiete (127) milímetros, que puedan embarcarse en atados, en cuyo caso pueden identificarse mediante una etiqueta sujeta a cada atado.
- c) Cada tablestaca de acero al carbono debe marcarse con el número de colada, nombre del fabricante o marca registrada, tamaño de la sección, longitud y marcas de identificación de laminación.
- d) Las barras que se embarquen en atados perfectamente asegurados deben identificarse mediante una etiqueta con los siguientes datos: clase y tipo de acero, tamaño, longitud, peso del atado y número de colada.

005-E.24 Con relación al muestreo y fabricación de probetas, se observará lo siguiente:

- a) Las probetas deben tomarse del material en su condición de entrega, excepto en el caso de materiales tratados térmicamente en que pueden ser piezas aisladas del espesor to-

tal o con su sección completa y que procedan de la misma colada con tratamiento térmico similar.

- b) Las probetas deben tomarse longitudinalmente, y a excepción de lo señalado en el inciso (005-E.28) de este Capítulo, deben ser del espesor total o de la sección completa del material tal como se entrega.
- c) Las probetas deben tomarse de las almas de las vigas, canales, zetas y secciones T laminadas y de las alas de los ángulos.
- d) Las probetas para tensión y doblado de barras que vayan a usarse como pasadores o rodillos con diámetro, menores de setenta y seis (76) milímetros, deben tomarse de modo que su eje quede a la mitad entre el centro de la barra y su superficie. Las probetas para tensión y doblado en pasadores o rodillos de setenta y seis (76) milímetros o mayores, deben tomarse de manera que su eje quede a veinticinco (25) milímetros de la superficie de la barra.
- e) Las probetas de las planchas deben tomarse de las esquinas de las mismas.

005-E.25 Se debe realizar un análisis de cada colada de acero, en muestras tomadas durante el vaciado de la misma.

005-E.26 Se debe realizar un análisis de producto en una muestra tomada del material terminado procedente de cada colada.

005-E.27 Deben realizarse dos (2) pruebas de tensión y dos (2) de doblado del material procedente de cada colada y de cada grado de resistencia, con las siguientes excepciones:

- a) Cuando el lote sea menor de quince (15) toneladas será suficiente una (1) prueba de -

tensión y una (1) de doblado.

- b) Cuando se fabriquen elementos, con espesor hasta de cincuenta y un (51) milímetros de espesor terminado que difieran nueve (9) milímetros o más en espesor, se debe hacer una (1) prueba de tensión y una (1) de doblado, tanto del elemento más grueso como del más delgado, independientemente del peso - que representen.
- c) Cuando se fabriquen elementos, con espesores mayores de cincuenta y un (51) milímetros de espesor terminado que difieran veinticinco (25) milímetros o más en espesor, se debe hacer una (1) prueba de tensión y una (1) de doblado, tanto del elemento más grueso como del más delgado, independientemente del peso que representen.

005-E.28 Con relación a la preparación de probetas deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Para las pruebas de tensión de perfiles, soledas y planchas, con excepción de las planchas de acero de aleación, que tengan un espesor mayor de treinta y ocho (38) milímetros, las probetas pueden fabricarse de acuerdo con la forma y dimensiones indicadas en la figura 6 de la cláusula (01.02.006-F) del Libro 6 o con ambos cantos paralelos según la figura 7 de la misma cláusula.
- b) Para las pruebas de tensión de elementos mayores de treinta y ocho (38) milímetros de espesor o diámetro, con excepción de las planchas y barras de acero de aleación, que vayan a usarse como pasadores o rodillos, - las probetas pueden fabricarse con un espesor o diámetro no menor de diecinueve (19) milímetros, para una no menor longitud de - doscientos treinta (230) milímetros de la -

sección reducida.

- c) Para las pruebas de tensión de elementos materiales mayores de diecinueve (19) milímetros de espesor o diámetro, las probetas pueden maquinarse de acuerdo a la forma y dimensiones indicadas en la figura 7 u 8 de la cláusula (01.02.006-F) del Libro 6. Para las pruebas de tensión de planchas de acero de aleación, mayores de treinta y ocho (38) milímetros de espesor y para barras que vayan a usarse como pasadores o rodillos, las probetas deben maquinarse conforme a la forma y dimensiones indicadas en la figura 8 - mencionada.
- d) Con excepción de lo indicado en los párrafos e) y f) de este Inciso, los especímenes para la prueba de doblado de perfiles, soleras y planchas deben tener un ancho mínimo de treinta y dos (32) milímetros, con ambos bordes paralelos y pueden ser preparadas por maquinado o cortadas con cizalla o con soplete.
- e) Para las pruebas de doblado de planchas de acero de aleación, con espesor mayor de diecinueve (19) milímetros y para cualquier otro material con espesor o diámetro mayor de treinta y ocho (38) milímetros, excepto las barras que vayan a usarse como pasadores o rodillos, las probetas pueden maquinarse para obtener un espesor o diámetro no menor de diecinueve (19) milímetros, o bien una sección transversal rectangular de veinticinco (25) por trece (13) milímetros. Cuando la prueba se efectúe en una probeta de espesor reducido, la superficie de laminación debe quedar en la parte exterior de la porción doblada.

- f) Para la prueba de doblado de barras que vayan a usarse como pasadores o rodillos, las probetas deben tener una sección transversal rectangular de veinticinco (25) por trece (13) milímetros.
- g) Los bordes de los especímenes para doblado, pueden tener las esquinas redondeadas a un radio no mayor de uno punto seis (1.6) milímetros para probetas con espesor hasta de cincuenta y un (51) milímetros, y hasta de tres punto dos (3.2) milímetros para probetas con espesor mayor a cincuenta y un (51) milímetros.

005-E.29 Con relación a la repetición de pruebas debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Cualquier probeta que muestre defectos de maquinado o imperfecciones debe descartarse y sustituirse por otra.
- b) Si la fractura en pruebas de tensión, se localiza a más de diecinueve (19) milímetros del centro de la longitud calibrada de una probeta de cincuenta (50) milímetros o a más de cincuenta (50) milímetros del centro de una probeta de doscientos (200) milímetros, se deberá repetir la prueba.
- c) Si los resultados de unas pruebas de tensión no difieren más de ciento cuarenta (140) kilogramos por centímetro cuadrado de la resistencia máxima especificada o más de setenta (70) kilogramos por centímetro cuadrado, del límite de fluencia especificada, o más de dos por ciento (2%) del alargamiento especificado, se podrá realizar otro ensaye en una probeta tomada al azar del mismo lote o de la misma colada. Si los resultados de esta nueva prueba cumplen con lo especificado, la colada o lote pueden acep

tarse.

- d) Si una probeta no cumple la prueba de doblado, debido a condiciones de doblez más severas que las especificadas en la cláusula -particular del producto, se podrá repetir la prueba en otro espécimen similar o en una porción no afectada del espécimen probado.
- e) Si los resultados obtenidos en una probeta preparada con cizalla o con soplete no cumplen con los requisitos especificados, se podrá repetir la prueba en otro espécimen similar maquinado.

005-E.30 Los materiales que muestran defectos perjudiciales, posteriores a su aceptación en fábrica, deben rechazarse notificando al fabricante.

005-E.31 La Secretaría debe tener libre acceso, mientras se esté fabricando el material objeto del contrato a todas las partes de la fábrica relacionadas con la manufactura del material ordenado. El fabricante debe dar a la Secretaría todas las facilidades razonables para que ésta pueda verificar que el material se elabora de acuerdo con estas Normas. A menos que se especifique otra cosa, todas las pruebas e inspección, excepto el análisis de producto, deben realizarse en la fábrica antes del embarque, de manera que no interfieran con las operaciones de la planta.

005-E.32 Para verificar la composición química, tanto en el análisis de colada como en el de producto, así como los requisitos de tensión y de doblado, se deben seguir los métodos indicados en el Capítulo 006 del Libro 6.

005-F ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO

005-F.01 Esta cláusula se refiere a perfiles, planchas y barras de acero al carbono de calidad estructural, para uso en construcciones remachadas, atornilladas o sol

dadas en puentes y edificios y para usos estructurales en general. Cuando el acero se use en construcciones soldadas, el procedimiento de soldadura debe ser el adecuado para el acero y servicios requeridos. Cuando se requiera que el acero tenga alta tenacidad, la Secretaría lo indicará así en el proyecto.

005-F.02 Los productos de acero estructural suministrados conforme a esta Cláusula, deberán cumplir además - con los requisitos aplicables de la cláusula (005-E) de este Capítulo.

005-F.03 A menos que se especifique otra cosa las planchas usadas para apoyo de puentes se sujetarán a las pruebas mecánicas y cumplirán con los requisitos de tensión indicados en el inciso (005-F.07) de este Capítulo.

005-F.04 A menos que se especifique otra cosa, no se requieren pruebas mecánicas para planchas con espesores mayores de treinta y ocho punto uno (38.1) milímetros, usadas como placas de apoyo en estructuras que no sean puentes, pero el acero deberá contener de cero punto veinte por ciento (0.20%) a cero punto treinta y tres por ciento (0.33%) de carbono en análisis de colada, su composición química cumplirá con lo indicado en la Tabla LXIV, en cuanto a contenido de fósforo y azufre, y deberá hacer un despunte suficiente de cada lingote, para asegurar la buena calidad de las planchas.

005-F.05 El acero deberá fabricarse por uno o más de los siguientes procesos: de hogar abierto, de oxígeno básico o de horno eléctrico.

005-F.06 El acero estructural deberá cumplir con los siguientes requisitos químicos.

- a) En el análisis de colada cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla LXIV, con excepción de lo establecido en el inciso (005-F.04) de este Capítulo.
- b) En el análisis de producto cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla LXIV, con

las tolerancias especificadas en la cláusula (005-E) de este Capítulo, exceptuando lo indicado en el párrafo (005-F.06.c) de este Capítulo.

- c) El análisis de producto no es aplicable a -
perfiles-barras ni a soleras, con espesores
de doce punto siete (12.7) milímetros o me-
nores.
- d) Cuando se omitan las pruebas de tensión, de
acuerdo con lo indicado en el párrafo (005-
F.07.b) de este Capítulo, el material debe-
rá cumplir con los requisitos químicos de -
la Tabla LXIV y con los requisitos mecáni-
cos que señale la Secretaría.

005-F.07 El acero estructural deberá cumplir con los -
siguientes requisitos de tensión:

- a) El material representado por la probeta, con
excepción de lo que se establece en el inci-
so (005-F.04) de este Capítulo y en el pá-
rrafo b) de este inciso, deberá cumplir los
requisitos de la prueba de tensión que se -
indican en la Tabla LXV.
- b) No será necesario someter a pruebas de ten-
sión los perfiles con sección transversal -
menor de seis punto cuarenta y cinco (6.45)
centímetros cuadrados y las barras que no -
sean soleras, menores de uno punto veinti-
siete (1.27) centímetros de espesor o de -
diámetro.
- c) Para materiales con espesor o diámetro me-
nor de siete punto nueve (7.9) milímetros -
deberá hacerse una deducción en el porcenta-
je de alargamiento referido a doscientos -
(200) milímetros de longitud de medición, se-
gún se indica en la Tabla LXV, deducción -
que será de uno punto veinticinco por cien-

TABLA LXIV. REQUISITOS QUIMICOS

P r o d u c t o	Perfiles (a)	P l a n c h a s E s p e s o r e s				B a r r a s E s p e s o r e s			
		Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 63.5 mm incl.	Más de 63.5 hasta 101.6 mm incl.	Más de 101.6 mm	Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 101.6 mm incl.
Espeadores	Todos								
Carbono, máximo, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28
Manganeso, %		0.80 a	0.80 a	0.80 a	0.85 a	0.85 a		0.60 a	0.60 a
Fósforo, máximo, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04		0.90 a	0.90 a
Azufre, máximo, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Silicio, %				0.15 a	0.15 a	0.15 a	0.05	0.05	0.05
Cobre, mínimo, % cuando se especi- fique.....	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

a) En perfiles con peso mayor de 634 kg/m, se requiere un contenido de manganeso de 0.85 a 1.35%, y un contenido de silicio de 0.15 a 0.30%.

TABLA LXV. REQUISITOS DE TENSION

C o n c e p t o	Requisitos
Planchas, perfiles (a) y barras:	
Esfuerzo máximo, kg/cm^2	4 060 a 5 600
Límite elástico aparente, kg/cm^2 , mínimo	2 520 (b)
Planchas y barras:	
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo	23
Perfiles:	
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo	21 (a)

- a) Para perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, solamente se especifica el esfuerzo máximo de 4 060 kg/cm^2 como mínimo y alargamiento en 50 mm, de 19% mínimo.
- b) Para planchas con espesor mayor de 200 mm, el límite elástico será de 2 240 kg/cm^2 , mínimo.
- c) Ver párrafo (005-F.07.c) de este Capítulo.

TABLA LXVI. REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento en mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta para planchas, perfiles y barras (a)
Hasta 19.1 incl.	0.5
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl.	1.0
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	1.5
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8	3.0

- a) Estas relaciones se aplican únicamente para el comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fábrica, se deben usar unos radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longi tudinal).

to (1.25%) por cada cero punto ocho (0.8) - milímetros de disminución en el espesor o diámetro especificado, con relación al espesor o diámetro de siete punto nueve (7.9) milímetros.

005-F.08 La probeta para doblado deberá soportar un doblez en frío hasta de ciento ochenta grados (180°) sobre un mandril cuyo diámetro se indica en la Tabla LXVI, sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

005-F.09 El muestreo de los productos de acero estructural y la determinación de sus dimensiones, peso unitario, composición química y resistencia a la tensión y al doblado, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo 006 del Libro 6.

005-G ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA

005-G.01 Esta Cláusula se refiere a perfiles, planchas y barras de acero de alta resistencia, de calidad estructural, hasta de ciento dos (102) milímetros de espesor, destinados principalmente para construcciones de puentes y edificios remachados o atornillados y para usos estructurales en general, cuando es importante el ahorro en peso. La resistencia a la corrosión atmosférica de este acero, es aproximadamente del doble que la del acero estructural al carbono.

005-G.02 El material suministrado conforme a esta Cláusula deberá cumplir con los requisitos aplicables de la cláusula (005-E) de este Capítulo.

005-G.03 La soldadura para resanes de defectos deberá ejecutarse con electrodos de la clasificación E-7015 o la E-7016 (De la American Welding Society) o similar.

005-G.04 El acero deberá ser fabricado por uno o más de los siguientes procesos: De hogar abierto, de oxígeno básico o de horno eléctrico.

005-G.05 Este acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química:

- a) En el análisis de colada, cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla LXVII.
- b) En el análisis de producto con los requisitos señalados en la Tabla LXVII con las tolerancias señaladas en la cláusula (005-E) de este Capítulo.

TABLA LXVII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

Elemento	Contenido en por ciento
Carbono, máximo	0.28
Manganeso	1.10 a 1.60
Fósforo, máximo	0.04
Azufre, máximo	0.05
Silicio, máximo	0.30
Cobre, mínimo	0.20

005-G.06 El acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de tensión:

- a) El material representado por las probetas - cumplirá con los requisitos de tensión indicados en la Tabla LXVIII.
- b) Para materiales con espesor o diámetro menor de siete punto nueve (7.9) milímetros, - deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento referido a doscientos - (200) milímetros de longitud de medición como se indica en la Tabla LXVIII, deducción que será de uno punto veinticinco por ciento (1.25%) por cada cero punto ocho (0.8) - milímetros de disminución en el espesor o diámetro especificado, con relación al espesor o diámetro de siete punto nueve (7.9) - milímetros.

005-G.07 Las probetas para la prueba de doblado debe-

TABLA LXVIII. REQUISITOS DE TENSION, PLANCHAS Y BARRAS

C o n c e p t o	Planchas y Barras			Perfiles estructurales		
	Para espesor hasta de 19 mm incl.	Para espesores mayores de 19 mm hasta 38 mm incl.	Para espesores mayores de 38 mm hasta 102 mm incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, en kg/cm ² , mínimo.....	4920	4710	4430	4920	4710	4430
Punto de fluencia, kg/cm ² , mínimo.....	3520	3230	2950	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo.....	18 (b)	18	18	18 (b)	18 (b)	18
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo.....		21	21			21 (c)

a) Ver la Tabla XXIV-A

b) Ver párrafo 005-G.05.b de este Capítulo

c) Para perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento en 50 mm, deberá ser de 19% como mínimo.

rán soportar un doblez en frío hasta de ciento ochenta grados (180°) sobre un mandril cuyo diámetro se especifica en la Tabla LXIX, sin que se agriete el exterior - de la porción doblada.

005-G.08 El muestreo de los productos de acero estructural de alta resistencia y la determinación de sus dimensiones, peso unitario, composición química y resistencias a la tensión y al doblado, deberán efectuarse - de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo 006 del Libro 6.

TABLA LXIX. REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta (a)
Hasta 19.1 inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl.	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6 incl.	3.0

- a) Estas relaciones se aplican únicamente al comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación - en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fabricación, se deben usar radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal).

005-H ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION

005-H.01 Esta Cláusula se refiere a perfiles, placas y barras de acero estructural de alta resistencia y baja aleación, para construcciones soldadas, remachadas o atornilladas; estos elementos se destinan principalmente para usarse como miembros estructurales en donde el ahorro en peso y el aumento de durabilidad sean de importancia. Estos aceros tienen una resistencia a la corrosión atmosférica de por lo menos el doble que la de los

aceros estructurales al carbono con cobre. Para soldar este acero, deberán cumplirse cuidadosamente todas las normas aplicables del Capítulo 006 de este Libro 4. Esta Cláusula se refiere a elementos hasta de ciento uno punto seis (101.6) milímetros, inclusive de espesor.

005-H.02 El material suministrado conforme esta Cláusula, deberá satisfacer los requisitos de la cláusula (005 E) de este Capítulo.

005-H.03 El acero se fabricará por cualquiera de los siguientes procesos: de hogar abierto, de oxígeno básico o de horno eléctrico.

005-H.04 Este acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química:

- a) En el análisis de colada con los requisitos indicados en la Tabla LXX.
- b) En el análisis, el producto cumplirá con los requisitos señalados en la Tabla LXX, con las tolerancias indicadas en la cláusula (005-E) de este Capítulo.
- c) El fabricante podrá usar los elementos de aleación combinados con el carbono, manganeso, fósforo, azufre y cobre, dentro de los límites prescritos en la Tabla LXX, para dar las propiedades mecánicas señaladas en el inciso (005-H.05) de este Capítulo y obtener la resistencia a la corrosión atmosférica mencionada en el inciso (005-H.01) de este Capítulo e incluirlos en el reporte de análisis de colada para poder identificar el tipo de acero. Los elementos que comunmente se añaden son: cromo, níquel, silicio, vanadio, titanio y circonio.
- d) Cuando la Secretaría lo requiera, deberá proporcionarse evidencia satisfactoria de la resistencia del acero a los efectos de la corrosión.

TABLA LXX. REQUISITOS QUIMICOS (ANALISIS DE COLADA)

Elemento	Contenido en por ciento	
	Tipo I	Tipo II
Carbono, máximo	0.15	0.20
Manganeso, máximo	1.00	1.35
Fósforo, máximo	0.15	0.04
Azufre, máximo	0.05	0.05
Cobre, mínimo	0.20	0.20 (a)

a) Si los contenidos de cromo y silicio son cada uno de 0.50% como mínimo, no se aplicará el requisito de contenido de cobre de 0.20% mínimo.

005-H.05 El acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de tensión:

- a) El material representado por las probetas - cumplirá con los requisitos de tensión indicados en la Tabla LXXI.
- b) Para materiales con espesor o diámetro menor de siete punto nueve (7.9) milímetros, - deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento referido a doscientos (200) milímetros de longitud de medición, según se indica en la Tabla LXXI, deducción - que será de uno punto veinticinco por ciento (1.25%) por cada cero punto ocho (0.8) milímetros de disminución en el espesor o - diámetro especificado, con relación al espesor o diámetro de siete punto nueve (7.9) milímetros.

005-H.06 Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un doblado en frío hasta de ciento ochenta grados (180°), sobre un mandril cuyo diámetro se especifica en la Tabla LXXII, sin que se agriete la parte exterior de la porción doblada.

TABLA LXXI. REQUISITOS DE TENSION, PLANCHAS Y BARRAS

C o n c e p t o	Placas y Barras		Perfiles estructurales			
	Para espesor hasta de 19 mm incl.	Para espesores mayores de 19 mm hasta 38 mm incl.	Para espesores mayores de 38 mm hasta 102 mm incl.	Grupos 1 y 2	Grupo 3	Grupos 4 y 5
Esfuerzo máximo, en kg/cm ² , mínimo.....	4920	4710	4430	4920	4710	4430
Punto de fluencia, en kg/cm ² , mínimo..	3520	3230	2950	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm, por ciento, mínimo.....	18 (b)	18	18	18 (b)	18	18
Alargamiento en 50 mm, por ciento, mínimo.....		21	21			21 (c)

a) Ver la Tabla XXIV-A

b) Ver párrafo (005-H.05.b) de este Capítulo.

c) Para perfiles de ala ancha con peso mayor de 634 kg por metro, el alargamiento en 50 mm debe ser de 18% como mínimo.

005-H.07 El muestreo de los productos de acero estructural de alta resistencia y baja aleación y la determinación de sus dimensiones, peso unitario, composición química y resistencia a la tensión y al doblado, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo 006 del Libro 6.

TABLA LXXII. REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento del material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
Hasta de 19.1 inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl.	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6 incl.	3.0

005-I ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION AL MANGANESO VANADIO.

005-I.01 Esta Cláusula se refiere a perfiles, planchas y barras de acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso vanadio para construcciones soldadas, remachadas o atornilladas, destinadas principalmente para usarse en puentes y edificios soldados, donde sea importante el ahorro en peso y el aumento de la durabilidad. La resistencia a la corrosión atmosférica de este acero es aproximadamente el doble que la del acero estructural al carbono. Esta Cláusula está limitada a elementos hasta de doscientos tres (203) milímetros de espesor.

005-I.02 El material suministrado conforme a esta cláusula, deberá satisfacer los requisitos aplicables de la cláusula (005-E) de este Capítulo.

005-I.03 El acero se fabricará por cualquiera de los siguientes procesos: de hogar abierto, de oxígeno básico, de horno eléctrico.

005-I.04 Este acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química:

- a) En el análisis de colada, con los requisitos indicados en la Tabla LXXIII.
- b) En el análisis de producto, con los requisitos indicados en la Tabla LXXIII, con las tolerancias indicadas para análisis de producto en la cláusula (005-E) de este Capítulo.

TABLA LXXIII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

Elemento	Contenido en por ciento
Carbono, máximo	0.22
Manganeso	0.85 a 1.25
Fósforo, máximo	0.04
Azufre, máximo	0.05
Silicio, máximo	0.30
Cobre, mínimo	0.20
Vanadio, mínimo	0.02

005-I.05 Este acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de tensión:

- a) El material representado por las probetas - cumplirá con los requisitos de tensión indicados en la Tabla LXXIV.
- b) Para materiales con espesor o diámetro menor de siete punto nueve (7.9) milímetros, - deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento referido a doscientos (200) milímetros de longitud de medición, según se indica en la Tabla LXXIV, deducción que será de uno punto veinticinco por ciento (1.25%) por cada cero punto ocho (0.8) - milímetros de disminución en el espesor o - diámetro especificado, con relación al espe

TABLA LXXIV. REQUISITOS DE TENSION

C o n c e p t o	P l a n c h a s y B a r r a s					Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1 mm incl.	Para espesores de más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6 mm incl.	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2 mm incl.	Para espesores de más de 203.2 mm incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm2 mínimo (b).....	4920	4710	4430	4220	4920	4920	4710	4430
punto de fluencia en - kg/cm2, mínimo (b).....	3520	3230	2950	2810	3520	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm en por ciento, mínimo..	18 (c)	18	18		18(c)	18(c)	18	18
Alargamiento en 50 mm en por ciento, mínimo..		21	21	21				21(d)

a) Ver Tabla XXIV-A

b) Cuando el material esté normalizado, el esfuerzo máximo y el límite elástico aparente, deberán - reducirse en 350 kg/cm2.

c) Véase párrafo (005-1.05.b) de este Capítulo.

d) En perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento en 50 mm, deberá ser de - 19% como mínimo.

sor o diámetro de siete punto nueve (7.9) milímetros.

005-I.06 Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un dobléz en frío hasta de ciento ochenta grados (180°), sobre un mandril cuyo diámetro se especifica en la Tabla LXXV, sin que se agriete la parte exterior de la porción doblada.

005-I.07 El muestreo de los productos de acero estructural de alta resistencia y baja aleación, al manganeso vanadio y la determinación de sus dimensiones, peso unitario, composición química y resistencia a la tensión y al doblado, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en el Capítulo 006 del Libro 6.

TABLA LXXV. REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento del material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta (a)
Hasta 19.1 incl.	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl.	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8 hasta 203.2 incl.	3.0

- a) Estas relaciones se aplican exclusivamente al comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fabricación se deben usar radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal).

005-J TUBOS DE ACERO PARA PILOTES

005-J.01 Esta Cláusula se refiere a tubos de acero de sección circular, que se utilizan como pilotes tubulares, en los que el tubo funciona como elemento resistente o como camisa para formar pilotes de concreto colados en el lugar.

005-J.02 El acero deberá fabricarse por cualquiera de los siguientes procesos: de hogar abierto, de oxígeno básico o de horno eléctrico.

005-J.03 Los tubos para pilotes pueden fabricarse por cualquiera de los siguientes procesos: sin costura, soldadura por arco, soldadura por fusión o soldadura por resistencia eléctrica. En tubos soldados eléctricamente, las costuras podrán ser rectas, en espiral a tope o en espiral traslapada.

005-J.04 El acero deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química:

CONCEPTO	FOSFORO Máximo, por ciento
Tubos sin costura	0.048
Tubos soldados eléctricamente	0.050

005-J.05 El fabricante deberá proporcionar a la Secretaría, cuando ésta lo requiera, un análisis químico de cada colada en el que se incluya el contenido de fósforo.

005-J.06 La Secretaría podrá efectuar análisis de producto teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) El número de muestras para análisis de producto, será el que se indica a continuación:

Diámetro exterior del tubo en cm	Número de muestras y tamaño de lote
Menor de 35	2 por cada 200 tubos o fracción.
De 35 hasta 91	2 por cada 100 tubos o fracción.
Mayor de 91	2 tubos por cada 1000 metros o fracción

- b) El contenido de fósforo deberá cumplir con

los requisitos especificados en el inciso (005-J.04) de esta Cláusula.

- c) Si el contenido de fósforo de cualquier tubo no concuerda con lo especificado en el inciso (005-J.04), deberán hacerse nuevos análisis en muestras adicionales de tubos, las que serán del doble del número original tomados del mismo lote; cada una de las nuevas muestras deberá cumplir con los requisitos señalados.

005-J.07 El material deberá cumplir con los requisitos de tensión indicados en la Tabla LXXVI.

TABLA LXXVI. REQUISITOS DE TENSION

C O N C E P T O	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Resistencia máxima, en kg/cm ² , mínimo	3510	4220	4640
Punto de fluencia, en kg/cm ² , mínimo	2110	2460	3160
Alargamiento básico mínimo, para espesores de paredes de 8 mm y mayores:			
En 200 mm de longitud calibrada, por ciento	18	14	
En 50 mm de longitud calibrada, por ciento	30	25	20
Por cada 0.8 mm de disminución del espesor de pared, con respecto al espesor de 8 mm, se hará una deducción en el porcentaje de alargamiento básico mínimo, referido a la longitud calibrada de 50 mm, de los siguientes valores.	1.50 (a)	1.25 (a)	1.0 (a)

- a) Cuando los espesores de pared se encuentren entre dos valores intermedios, el alargamiento mínimo en por ciento, se determinará con las fórmulas siguientes.

Grado

Fórmula

1

$$A = 1.89 e + 15.00$$

2

$$A = 1.58 e + 12.50$$

3

$$A = 1.26 e + 10.00$$

En donde:

A = Alargamiento en 50 milímetros de longitud calibrada, en por ciento.

e = Espesor real de la probeta en milímetros.

005-J.08 El punto de fluencia deberá determinarse por la caída del brazo de la máquina de prueba, por la detención de la aguja indicadora, por el uso de extensómetros o por otros métodos aprobados. Cuando no se define claramente un punto de fluencia, deberá determinarse en su lugar la resistencia correspondiente a una deformación permanente de cero punto dos por ciento (0.2%) de la longitud calibrada del espécimen, o la correspondiente a una deformación total de cero punto cinco por ciento (0.5%) de la longitud calibrada bajo carga.

005-J.09 Las probetas para las pruebas mecánicas se ajustarán a lo siguiente:

- a) Para la prueba de tensión, deberán cortarse longitudinal o transversalmente de los tubos según lo indique la Secretaría. Las probetas longitudinales no se aplanarán entre las marcas de calibración; si la Secretaría lo autoriza, las probetas para la prueba de tensión se tomarán de las placas antes de la formación del tubo. El ancho de las probetas, en toda la longitud calibrada, deberá ser de treinta y ocho punto uno (38.1) milímetros y deberán tener una longitud calibrada de cincuenta (50) milímetros o doscientos (200) milímetros, como se indica en la Tabla LXXVI. Los lados de las probetas deberán ser paralelos entre las marcas de calibración.
- b) Para tubos soldados, las probetas para tensión deberán tomarse como sigue:
 - 1) Para tubos con costura recta, el espécimen longitudinal se tomará a noventa grados (90°) de la soldadura y el espécimen

transversal, del lado opuesto a la soldadura.

- 2) Para tubos con costura en espiral, el espécimen longitudinal será paralelo al eje del tubo y se localizará de tal manera, que el centro de la probeta quede por lo menos a la cuarta parte del ancho de la plancha entre los pliegues de soldadura. La probeta transversal, se tomará a un ángulo de noventa grados (90°) con respecto al eje del tubo, y su centro quedará localizado aproximadamente a la mitad de la distancia entre los pliegues de soldadura adyacentes.

- c) Los especímenes deberán probarse a la temperatura ambiente.

005-J.10 Con relación al número de pruebas de tensión, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Se hará una prueba de tensión, en un tramo de pilote por cada lote de doscientos (200) tramos o fracción, de cada tamaño.
- b) Si el porcentaje de alargamiento de cualquier probeta es menor que el indicado en la Tabla LXXVI o si cualquier parte de la fractura queda a más de diez y nueve (19) milímetros del centro de la longitud calibrada de una probeta de cincuenta (50) milímetros o queda fuera del tercio medio de la longitud calibrada de una probeta de doscientos (200) milímetros, deberá repetirse la prueba. Si la ruptura se produce a causa de algún defecto exterior o interior del espécimen, deberá repetirse la prueba.
- c) Si alguna probeta muestra defectos de maquinado defectuoso o presenta fisuras, podrá desecharse y substituirse por otra.

005-J.11 Si los resultados de las pruebas mecánicas de cualquier lote, no cumplen con los requisitos establecidos en la Tabla LXXVI, podrán repetirse las pruebas en tramos adicionales, en un número doble de muestras del original, tomadas del mismo lote, cada una de las cuales deberá cumplir con los requisitos especificados.

005-J.12 Los pesos unitarios de los tubos de acero para pilotes calculados con base al promedio especificado de espesor de pared, deberán determinarse con la siguiente fórmula:

$$W = 2.466 (D-e) e$$

En donde:

W = Peso del tubo en kilogramos por metro.

D = Diámetro exterior especificado en centímetros.

e = Espesor de pared especificado, en centímetros.

005-J.13 Con relación al peso y dimensiones de los tubos para pilotes se tendrán las siguientes tolerancias:

- a) El peso de cualquier tramo de tubo no deberá variar más del quince por ciento (15%) en más ni del cinco por ciento (5%) en menos, del calculado según lo indicado en el inciso (005-J.12) de este Capítulo. Cada tramo deberá pesarse separadamente.
- b) El diámetro exterior de los tubos no deberá variar en más o en menos, del uno por ciento (1%) del diámetro especificado.
- c) El espesor mínimo de pared en cualquier punto no deberá ser mayor del doce punto cinco por ciento (12.5%) en menos, del espesor nominal especificado.

005-J.14 Los tubos para pilotes podrán aceptarse en tramos de longitud variable, ya sea en tramos sencillos, o formados por dos (2) tubos, o en tramos de longi

jud fija, de acuerdo con lo siguiente:

Tramos sencillos de longitud variable por fabricación.	De 4.8 a 7.6 metros inclusive.
Tramos formados por dos tubos de longitud variable por fabricación.	De más de 7.6 metros, - con un promedio de 10.7 metros, como mínimo.
Tramos de longitud fija.	La longitud especificada, con una tolerancia de 2.5 centímetros, en más o en menos.

005-J.15 Los tramos unidos con soldadura de taller, se aceptarán como equivalentes de los tramos sin soldar, siempre que las probetas cortadas de las juntas cumplan con los requisitos de tensión indicados en la Tabla LXXVI. No deberá removerse el cordón de soldadura para esta prueba. Estas probetas y las pruebas de tensión deberán ajustarse a lo indicado en los incisos (005-J.09), (005-J.10) y (005-J.11) de este Capítulo.

005-J.16 A menos que se especifique otra cosa, los tubos deberán proporcionarse con los extremos cortados con soplete guiado o con máquina. Cuando se especifiquen extremos biselados, el bisel deberá quedar a un ángulo de treinta grados (30°), con relación al plano normal al eje del tubo, con tolerancia de cinco grados (5°) en más y sin tolerancia en menos. Todas las rebabas en los extremos deberán ser eliminadas.

005-J.17 Con relación al acabado de los tubos para pilotes, deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) Todos los tubos deberán estar razonablemente rectos y sin imperfecciones que los hagan inadecuados para usarse como pilotes.
- b) Podrán permitirse defectos superficiales cuya profundidad no exceda del veinticinco por ciento (25%) del espesor nominal de la pared. Estos defectos podrán ser explorados mediante esmerilado o limado para deter

minar su profundidad.

- c) Los defectos superficiales cuya profundidad exceda del veinticinco por ciento (25%) del espesor nominal de la pared, se considerarán como defectos perjudiciales. Se permitirá rellenar con soldadura los defectos - perjudiciales, cuando su profundidad no exceda del treinta y tres por ciento (33%) del espesor nominal de la pared. Antes de rellenar con soldadura, la zona defectuosa de berá prepararse convenientemente.

005-J.18 En cada tramo de tubo para pilote deberá marcarse claramente bien, sea pintado con molde, estampado o laminado, el nombre de fábrica, el número de colada, la clase de tubo, es decir, si es sin costura o soldado por arco, por fusión o por resistencia eléctrica; asi-mismo si la soldadura es recta, en espiral a ope, o en espiral traslapada y finalmente tamaño, peso, longitud, espesor de pared y grado del acero.

005-J.19 Cuando se esté fabricando el material ordenado, la Secretaría tendrá libre acceso a los lugares de trabajo. El fabricante deberá dar sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para que se cerciore de que el material que se está fabricando, satisface estas Normas. A menos que la Secretaría indique otra cosa, - todas las pruebas y la inspección se realizarán en la - fábrica, antes del embarque.

005-J.20 Si después de la aceptación de un lote en la fábrica, algunos de los tubos para pilotes muestran de fectos perjudiciales, éstos podrán rechazarse.

005-J.21 El muestreo de los tubos para pilotes y la determinación de sus dimensiones, pesos, composición química y resistencia a la tensión, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo 006 - del Libro 6.

CAPITULO 4.01.02.006

SOLDADURA

006-A CONTENIDO

006-A.01 En este Capítulo se trata la soldadura eléctrica como elemento de unión en las estructuras de acero para puentes y edificios, a fin de dar continuidad a las partes que las forman.

006-B JUNTAS SOLDADAS PARA PUENTES Y EDIFICIOS

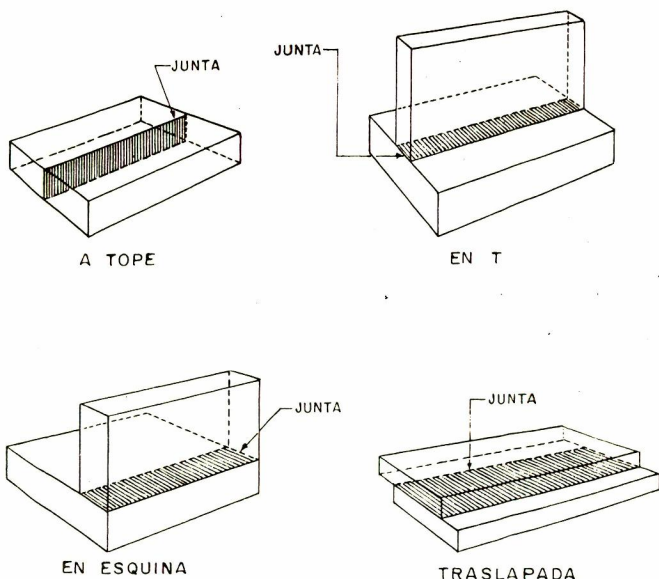
006-B.01 Esta Cláusula se refiere a los requisitos que deben satisfacer las juntas soldadas, destinadas a resistir los esfuerzos en las uniones de elementos estructurales, en puentes, edificios, tanques de almacenamiento y tuberías.

006-B.02 Las juntas deben realizarse por los procedimientos de soldadura al arco manual con electrodo metálico recubierto, con electrodos con fundente en el núcleo, o por el sistema de soldadura al arco sumergido, según lo indiquen el proyecto o la Secretaría.

006-B.03 Para la interpretación del contenido de este Capítulo, se aplicará la nomenclatura que aparece en las figuras 8 a 14.

006-B.04 Con relación a las juntas soldadas, deberán tomarse en cuenta los siguientes requisitos generales:

- a) El metal base debe tener características adecuadas de soldabilidad, de acuerdo con lo especificado en el proyecto o por la Secretaría. En aceros de alta resistencia fabricados por el proceso de laminación en frío, la Secretaría fijará requisitos complementarios para la ejecución de la soldadura.
- b) Para el procedimiento de arco manual deberán usarse electrodos recubiertos o con fundente en el núcleo; para el procedimiento



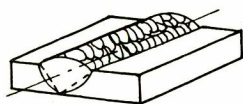
LAS ZONAS SOMBREADAS INDICAN LOS PLANOS DE UNION

TIPOS BASICOS DE JUNTAS

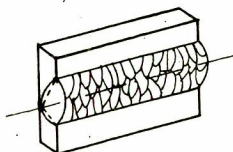
FIG. NUM. 8

- de arco sumergido, deberán usarse electrodos desnudos con un fundente adecuado.
- c) La resistencia de los electrodos deberá ser igual o ligeramente mayor que la del metal base, en lo referente a esfuerzo máximo y - punto de fluencia, debiendo tener una ductilidad similar.
 - d) Tanto el metal base, como los electrodos de berán muestrearse previamente a la ejecución de la soldadura y aprobarse por la Se cretaría.
 - e) Las juntas deberán ser del tipo precalificado, según se indica en esta Cláusula.

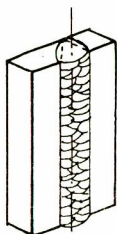
POSICIONES PARA HACER SOLDADURAS DE RANURA



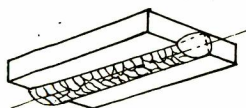
PLANA



HORIZONTAL

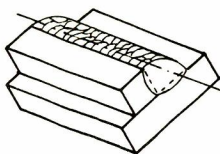


VERTICAL

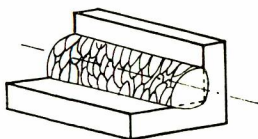


SOBRE CABEZA

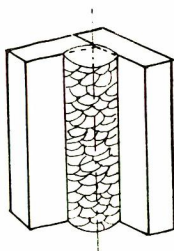
POSICIONES PARA HACER SOLDADURAS DE FILETE



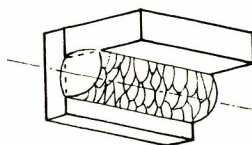
PLANTA



HORIZONTAL

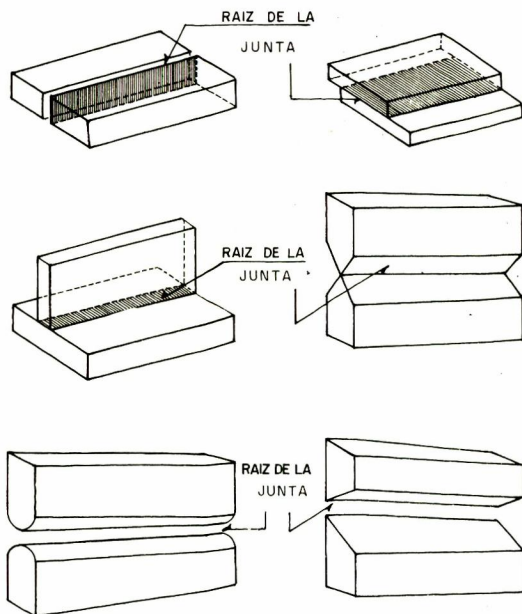


VERTICAL



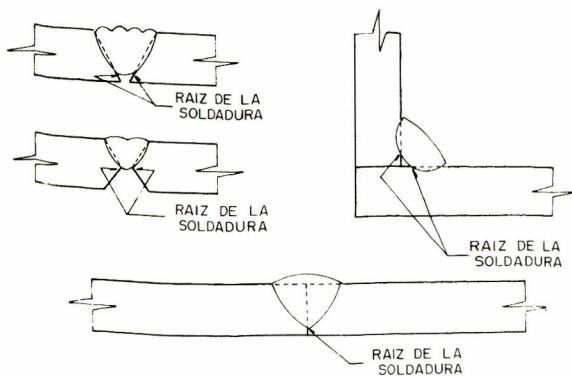
SOBRE CABEZA

FIG. NUM. 9



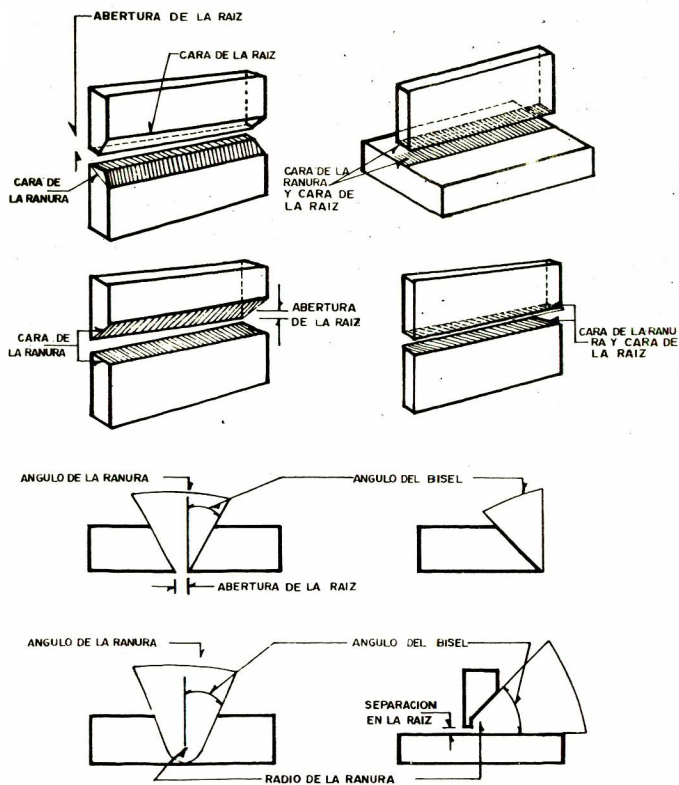
RAIZ DE LA JUNTA

FIG. NUM. 10

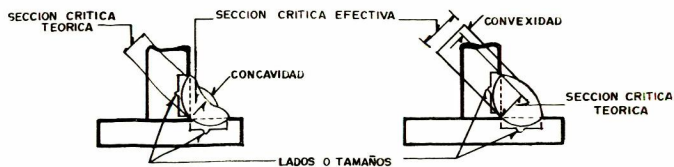


RAIZ DE LA SOLDADURA

FIG. NUM. 11

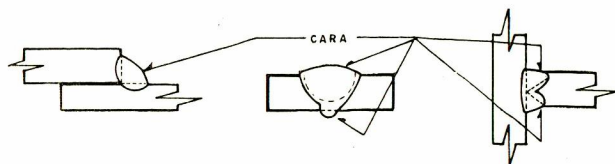


JUNTAS DE RANURAS

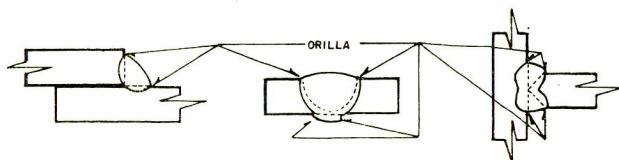


JUNTAS DE FILETE

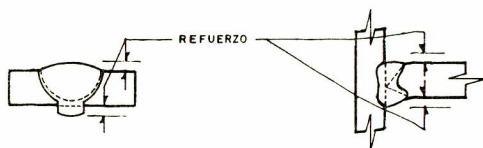
FIG. NUM. 12



CARA DE LA SOLDADURA



ORILLA DE LA SOLDADURA

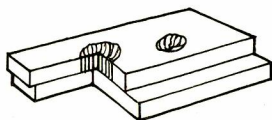


REFUERZO DE LA SOLDADURA

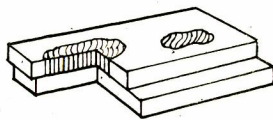


PENETRACION

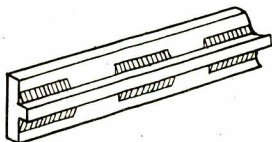
FIG. NUM. 13



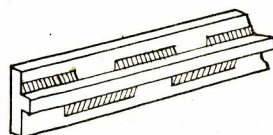
SOLDADURA DE TAPON



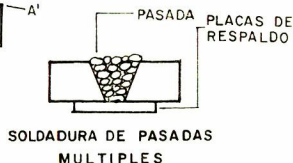
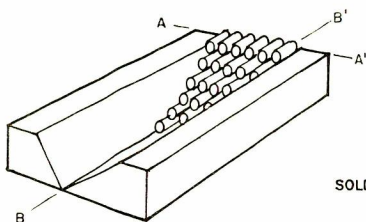
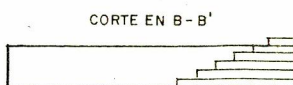
SOLDADURA DE TAPON OBLONGO



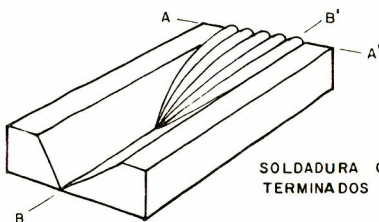
SOLDADURA DE FILETE
INTERRUPTIDO TIPO CADENA



SOLDADURA DE FILETE
INTERRUPTIDO TIPO DEFASADO



SOLDADURA ESCALONADA



SOLDADURA CON EXTREMOS
TERMINADOS EN CASCADA

FIG. NUM. 14

006-B.05 Se consideran como juntas precalificadas las que cumplan con lo indicado en las figuras 15 a 21, tomando en cuenta los requisitos generales señalados a continuación:

- a) Las dimensiones de las preparaciones de ranura a tope para arco manual, deberán cumplir con las tolerancias indicadas en la Tabla LXXVII y con los siguientes requisitos:
 - 1) Cuando el espesor del material esté marcado en la junta precalificada, dicho espesor nominal será el máximo que puede usarse.
 - 2) La cara de la raíz de las juntas podrá ser de cero (0) a tres punto dos (3.2) milímetros, a menos que se indique otra dimensión.
 - 3) La separación en la raíz de las juntas será la mínima conveniente, pudiendo variar entre cero (0) y tres punto dos (3.2) milímetros.
 - 4) El ángulo de la ranura será el mínimo especificado, pudiendo aumentarse en diez (10) grados como máximo.
 - 5) El radio de las ranuras en J y U, (figura 17), será el mínimo especificado, pudiendo aumentarse en tres punto dos (3.2) milímetros como máximo.

TABLA LXXVII. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LAS PREPARACIONES DE JUNTAS SOLDADAS.

C O N C E P T O	Arco manual y arco sumergido	
	En menos	En más
Cara de la raíz	0	1.6 mm
Separación en la raíz	0	1.6 mm
Separación en la raíz de juntas con placas de respaldo	0	1.6 mm
Angulo de la ranura	0	10°
Radio de las ranuras en "U" y "J"	0	3.2 mm

SÍMBOLOS PARA SOLDADURA ELECTRICA										
TIPO DE SOLDADURA							SOLDADURA DE CAMPO	SOLDADURA ALREDEDOR	ENRASE	
CANTO	CHAFLAN	RANURA DE LAS PIEZAS								CUÑA
		RECTANGULAR	V	BISEL	U	J				

LOCALIZACION DE LAS SOLDADURAS		
LADO MAS CERCANO	LADO MAS LEJANO	AMBOS LADOS
Véase nota 5 Línea Ref. Enrase Dimensión	Dimensión Angulo obarcado 90° 3/4 1/2 45° 3/4 1/2 B2 Separación en la raíz Véase nota 5	Dimensión Longitud del cordón 1/2 2"-5" 3/4 1/2 Súeldese alrededor Desplácese si va alternada Paso de los cordones

FIG. NUM. 15

NOTAS

- 1.- El lado de la junta de donde procede la flecha es - el lado más cercano y el lado opuesto a éste es el lado más lejano.
- 2.- Las soldaduras del lado más cercano y del más lejano no se harán de la misma dimensión a menos que se indique de otra manera.
- 3.- Los símbolos se aplican hasta donde haya un cambio notable de dirección o en las dimensiones indicadas (excepto cuando se use el símbolo de "todo alrededor").
- 4.- Todas las soldaduras son continuas y de las proporciones normalizadas por el usuario si no se indica de otra manera.
- 5.- La cola de la flecha se usa para anotar especificaciones. Si no hay nada que anotar, se omite la cola de la flecha, p.c. se pone A.E. para Arco Automático protegido con electrodo y A.S. para automático sumergido.
- 6.- En las juntas en las que hay que hacer ranura a un miembro, la flecha señalará tal miembro.
- 7.- Las dimensiones de las soldaduras, de la longitud del incremento y de los espaciamientos se indicarán en milímetros o pulgadas.
- 8.- Dimensiones, símbolo, longitud y espaciamiento se leerán en ese orden, de izquierda a derecha a lo largo de la línea de referencia independiente del sentido de la flecha.

CLASIFICACION DE JUNTAS PRECALIFICADAS Y DE SOLDADURAS
CORRESPONDIENTE A LAS FIGURAS 16, 17, 18, 19 Y 20

1) TIPO DE JUNTA

- B - Junta a tope
C - Junta en esquina
T - Junta en "T"

2) ESPESOR DEL MATERIAL

BASE

- L - Limitado
U - No Limitado

3) PROCEDIMIENTO DE

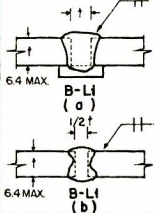
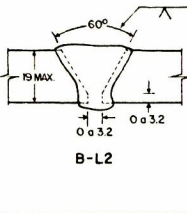
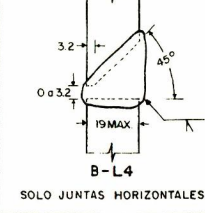
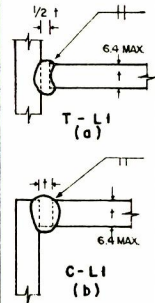
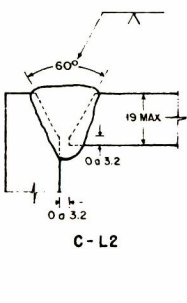
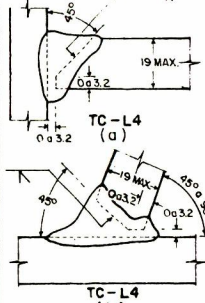
SOLDADURA

- S - Arco sumergido

4) TIPO DE SOLDADURA

- 1 - De ranura rectangular
2 - De ranura en V simple
3 - De ranura en V doble
4 - De ranura en bisel simple
5 - De ranura en bisel doble
6 - De ranura en U simple
7 - De ranura en U doble
8 - De ranura en J simple
9 - De ranura en J doble

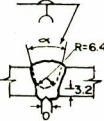
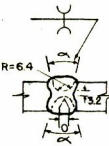
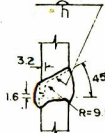
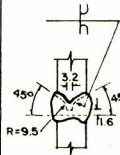
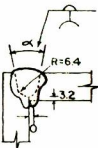
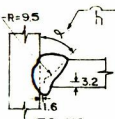
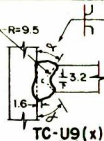
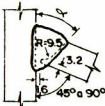
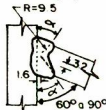
JUNTAS PRECALIFICADAS PARA SOLDADURA MANUAL AL ARCO CON ELECTRODO METALICO RECUBIERTO. MATERIAL BASE DE ESPESOR NO LIMITADO (L)

SOLDADURA RAS JUNTAS	SOLDADURA DE RANURA RECTANGULAR	SOLDADURA DE RANURA EN V SIMPLE	SOLDADURA DE RANURA DE BISEL SIMPLE
JUNTAS A TOPE (B)	 B-L1 (a) B-L1 (b)	 B-L2	 B-L4 SOLO JUNTAS HORIZONTALES
JUNTAS EN "T" (T) JUNTAS EN ESQUINA (C)	 T-L1 (a) C-L1 (b)	 C-L2	 TC-L4 (a) TC-L4 (b)

DIMENSIONES EN MILIMETROS

FIG. NUM. 16

JUNTAS PRECALIFICADAS PARA SOLDADURA MANUAL AL ARCO CON ELECTRODO METÁLICO RECUBIERTO. MATERIAL BASE DE ESPESOR NO LIMITADO (U)

SOLDADURAS	SOLDADURAS DE RANURA EN U		SOLDADURAS DE RANURA EN J													
	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE												
JUNTAS																
JUNTAS A TOPE (B)	 B-U6	 B-U7 (x)	 B-U8 (xx)	 B-U9 (xx)(x)												
JUNTAS EN "T" (T)	 C-U6	X	 TC-U8 (a)	 TC-U9 (x) (a)												
JUNTAS EN ESQUINA (C)			 TC-U8 (b)	 TC-U9 (x) (b)												
LIMITACIONES EN LAS JUNTAS B-U6, B-U7 y C-U6			LIMITACIONES EN LAS JUNTAS TC-U8(a), TC-U8(b), TC-U9(a) y TC-U9(b)													
<table><tr><td>α</td><td>POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR</td></tr><tr><td>45°</td><td>EN TODA LAS POSICIONES</td></tr><tr><td>20°</td><td>SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA</td></tr></table>			α	POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR	45°	EN TODA LAS POSICIONES	20°	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA	<table><tr><td>α</td><td>POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR</td></tr><tr><td>45°</td><td>EN TODAS LAS POSICIONES</td></tr><tr><td>20°</td><td>SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA</td></tr></table>		α	POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR	45°	EN TODAS LAS POSICIONES	20°	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA
α	POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR															
45°	EN TODA LAS POSICIONES															
20°	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA															
α	POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR															
45°	EN TODAS LAS POSICIONES															
20°	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA															

DIMENSIONES EN mm

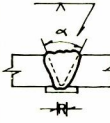
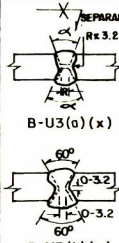
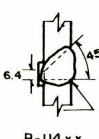
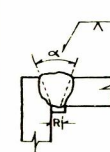
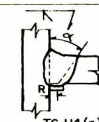
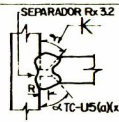
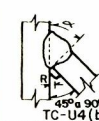
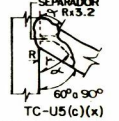
X DE PREFERENCIA ESTAS SOLDADURAS SE EMPLEARAN EN PLACAS DE ESPESORES DE 16 mm Y MAYORES

XX SOLAMENTE EN JUNTAS EN POSICION HORIZONTAL

FIG. NUM. 17

b) Las dimensiones de las preparaciones de ranura a tope para arco sumergido, deberán cumplir con lo siguiente:

**JUNTAS PRECALIFICADAS PARA SOLDADURA MANUAL
AL ARCO CON ELECTRODO METALICO RECUBIERTO.
MATERIAL BASE DE ESPESOR NO LIMITADO (U)**

SOLDADURA RAS		SOLDADURA DE RANURA EN V		SOLDADURA DE RANURA EN BISEL	
JUNTAS		SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE
JUNTAS A TOPE (B)					
	B-U2	B-U3(a)(x) B-U3(b)(x)	B-U4 xx	HAGASE LA α PASADA EN LA RAIZ DE ESTE LADO CUANDO LA PLACA INFERIOR ESTE BISELADA B-U5 (b)(xx)(x)	
JUNTAS EN "T"					
JUNTAS EN ESQUINA (C)	C-U2				
LIMITACIONES EN LAS JUNTAS B-U2, B-U3 (a) y C-U2		LIMITACIONES EN LAS JUNTAS TC-U4(b), TC-U4 (b), TC-U5 (a) y TC-U5 (c)			
α	R	POSICIONES PERMITIDAS PARA SOLDAR		α	R
45°	6.4	EN TODAS POSICIONES		45°	6.4
30°	9.5	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA		30°	9.5
20°	12.7	SOLAMENTE PLANA Y SOBRECABEZA			

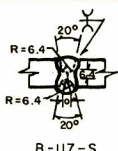
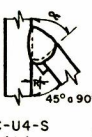
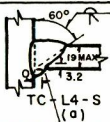
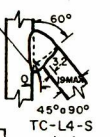
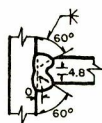
DIMENSIONES EN m m.

X DE PREFERENCIA ESTAS SOLDADURAS SE EMPLEARAN
EN PLACAS DE ESPESORES DE 16 mm. Y MAYORES.

XX SOLAMENTE EN JUNTAS EN POSICION HORIZONTAL.

FIG. NUM. 18

- 1) Cuando el espesor del material base esté marcado en la junta precalificada (espesor limitado), dicho espesor será el máximo que pueda usarse.

JUNTAS PRECALIFICADAS PARA SOLDADURA AL ARCO SUMERGIDO. MATERIAL BASE DE ESPESOR LIMITADO (L) Y NO LIMITADO (U) .									
SOLDADURAS	SOLDADURA DE RANURA EN BISEL		SOLDADURA DE RANURA EN "U"						
	S I M P L E	DOBLE	DOBLE						
JUNTAS									
JUNTAS A TOPE (B)			 B-U7-S						
JUNTAS EN "T" ó JUNTAS EN ESQUINA (C)	 TC-U4-S (a)  TC-U4-S (b) <table border="1" data-bbox="387 809 475 860"><thead><tr><th>α</th><th>R</th></tr></thead><tbody><tr><td>45°</td><td>12.7</td></tr><tr><td>30°</td><td>9.5</td></tr></tbody></table>	α	R	45°	12.7	30°	9.5	 TC-L4-S (a)  TC-L4-S (b) SOLDAR POR ESTE LADO - CON SOLDADURA DE FILETE MANUAL O CON ARCO SUMERGIDO.	 TC-U5-S
α	R								
45°	12.7								
30°	9.5								

DIMENSIONES EN MILIMETROS

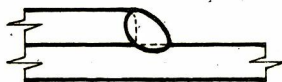
FIG. NUM. 20

- 4) La separación en la raíz de juntas con - placas de respaldo, será la mínima especi- ficada, con las tolerancias señaladas en la Tabla LXXVII.
 - 5) El ángulo de la ranura será el mínimo in- dicado, pudiendo aumentarse en diez gra- dos (10°) como máximo.
 - 6) El radio de las ranuras en U será el míni- mo especificado.
 - 7) Para juntas en T y en esquina, se aplica- rán las tolerancias indicadas en la Tabla LXXVII.
- c) Las dimensiones de la preparación para sol- daduras de ranura, que varíen respecto a -



ORILLA RECTANGULAR CON ARISTAS VIVAS

A

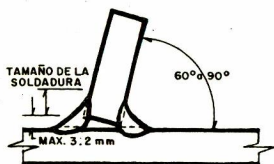


ORILLA LAMINADA CON ARISTAS REDONDEADAS

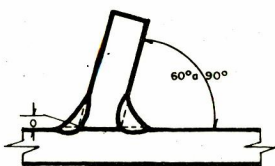
B

SOLDADURA DE FILETE DE TAMAÑO IGUAL AL ESPESOR DEL MATERIAL

TAMAÑO MÁXIMO DE SOLDADURA DE FILETE A LO LARGO DE LAS ORILLAS



C



D

JUNTAS EN TE ESVIADA

FIG. NUM. 21

las indicadas en los planos de detalle, en una cantidad mayor que las tolerancias de la Tabla LXXVII, se deberán someter a la a probación de la Secretaría.

- d) Para arco manual, no deberán usarse soldaduras de ranura con preparación en bisel o en J, excepto cuando se realicen en posición horizontal, en cuyo caso la pieza superior de la junta deberá ser la biselada.
- e) En las juntas de filete, el tamaño mínimo de éste, para evitar el agrietamiento del cordón, cumplirá con lo indicado en la Tabla LXXVIII. (Ver figura Núm. 11)
- f) El tamaño máximo de la soldadura, a lo largo de las orillas del material con espesor menor de seis punto cuatro (6.4) milímetros, podrá ser igual al espesor del material base. El tamaño de la soldadura, a lo largo

TABLA LXXVIII. TAMAÑO MINIMO DE SOLDADURA DE FILETE

Espesor mayor de las placas por unir mm	Tamaño mínimo del filete de soldadura (a) mm
Hasta 6.4	3.2 (b)
Más de 6.4 hasta 12.7	4.8
Más de 12.7 hasta 19.1	6.4
Más de 19.1 hasta 38.1	7.9
Más de 38.1 hasta 57.1	9.5
Más de 57.1 hasta 152	12.7
Más de 152	15.9

- a) El tamaño mínimo de la soldadura se determinará por el espesor mayor de las dos partes por unir pero no excederá el espesor de la placa más delgada.
- b) En el caso de puentes, el tamaño mínimo del filete será de cuatro punto ocho (4.8) milímetros.

de las orillas del material con espesor de seis punto cuatro (6.4) milímetros o mayor, será uno punto cinco (1.5) milímetros menor que el espesor del material base, a menos que la soldadura esté especialmente indicada en los planos para cubrir hasta la orilla y obtener el espesor máximo de la sección crítica.

006-B.06 La preparación del material base deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Las caras de la preparación deberán ser tersas y uniformes y estar libres de rebabas, grietas u otros defectos perjudiciales. Las superficies que vayan a soldarse no tendrán escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad, o cualquier material que perjudique el proceso de la soldadura. Se pueden admitir escamas de laminación que resistan un tratamiento vigoroso con cepillo de alambre de acero, así como una ligera capa de acei

te secante o de recubrimiento inhibidor de óxido. Sin embargo, también dichas escamas de laminación deberán removerse cuando se usen electrodos con recubrimiento de bajo hidrógeno, o se aplique el sistema de arco su mergido. Todas las superficies localizadas a distancias menores de cinco (5) centímetros de cualquier soldadura, deberán estar libres de pintura o de materiales perjudiciales.

- b) Previa autorización de la Secretaría, en la preparación de las juntas, se podrá sustituir el maquinado por el uso de arco-aire.
- c) Los cortes con oxiacetileno deberán realizarse con un equipo de soplete guiado y las orillas tendrán un acabado semejante al del cepillo mecánico; deberán respetarse las dimensiones de proyecto, corregirse las irregularidades y eliminar la escoria producto del corte.
- d) Solamente se permitirán cortes con soplete manual cuando no pueda utilizarse el soplete guiado y siempre que se cuente con un operador de habilidad reconocida, previa autorización de la Secretaría. Las orillas obtenidas por el proceso de corte con soplete manual deberán terminarse con las mismas características exigidas para el corte con soplete guiado.
- e) En los extremos a tope de barras y varillas de acero corrugado, se recomienda efectuar las preparaciones mediante segueta u oxiacetileno, dándoles un acabado con esmeril manual. Cuando se trate de barras y varillas torcidas en frío, no debe emplearse oxiacetileno.

006-B.07 No deberán aceptarse las juntas soldadas com

prendidas en los siguientes casos:

- a) Juntas a tope con separación, que no estén completamente llenas de soldadura en toda su sección transversal.
- b) Soldadura de ranura hecha por un solo lado, excepto en miembros secundarios que no estén sujetos a esfuerzos importantes o que se trate de una junta precalificada con placa de respaldo.
- c) Soldaduras interrumpidas en ranura.
- d) Soldaduras en ranura, donde no se hayan utilizado placas de prolongación.
- e) En el caso de puentes, soldaduras de filete interrumpido, excepto cuando se usen para unir atiesadores a trabes, en cuyo caso deberán sujetarse a las siguientes recomendaciones:
 - 1) La longitud mínima de cada soldadura será de cuatro (4) centímetros.
 - 2) Por lo menos el veinticinco por ciento (25%) de la junta deberá soldarse.
 - 3) El máximo espacio libre entre soldaduras, será de doce (12) veces el espesor de la parte más delgada, pero no mayor de quince (15) centímetros.
 - 4) La soldadura de filete interrumpido, tendrá soldaduras en cada extremo de la junta.

006-B.08 Antes de iniciar cualquier trabajo de soldadura, se deberá cumplir con los siguientes requisitos preliminares:

- a) Obtener la aprobación previa de la Secretaría relativa a los procedimientos de soldadura.

- b) El metal base y los electrodos deberán cumplir con lo indicado en el inciso (006-B.04), de este Capítulo.
- c) Contar con el equipo e instalaciones que permitan realizar los trabajos, para cumplir los requisitos de esta Cláusula.
- d) Emplear soldadores calificados por la Secretaría.
- e) Tener un encargado de los trabajos de soldadura con responsabilidad y capacidad para controlar su ejecución.

006-B.09 Aunque el Contratista cumpla con los requisitos preliminares señalados en el inciso (006-B.08), de este Capítulo que deberá sujetarse a todas las inspecciones y requisitos de recepción de soldadura, indicados en esta Cláusula.

006-B.10 Cuando la calidad del trabajo de un soldador o de un operador de máquina soldadora automática, sea inferior a la requerida en esta Cláusula, la Secretaría podrá exigir una prueba de recalificación. También se procederá a la recalificación de aquellos operarios que hayan dejado de trabajar en el proceso para el cual fueron calificados, durante un período mayor de tres (3) meses.

006-B.11 La Secretaría podrá revisar, en el momento que considere conveniente, el equipo empleado para ejecutar las soldaduras. Todas las partes y accesorios del equipo para ejecutar las preparaciones y las soldaduras, deberán ser los adecuados y estar en buenas condiciones de funcionamiento.

006-B.12 Para efectuar una junta soldada, se deberán tomar las siguientes precauciones:

- a) Las piezas se mantendrán en su posición correcta mediante el empleo de pernos, puntos provisionales de soldadura, prensas, cuñas, tirantes o apoyos, para reducir al mínimo -

los efectos de alabeo y contracción de las piezas.

- b) Las soldaduras provisionales se removerán con equipo de arco-aire o esmeril, hasta dejar uniforme la superficie original. Los puntos provisionales de soldadura que vayan a quedar incorporados en las soldaduras definitivas, deberán cumplir con todos los requisitos de calidad especificados en esta Cláusula.
- c) Si una junta soldada debe hacerse en dos e tapas, se utilizarán soldaduras de pasadas múltiples, dejando sus extremos terminados en cascada, como se muestra en la figura 14.

006-B.13 Para reducir al mínimo los esfuerzos residuales en las juntas, deberá observarse lo siguiente:

- a) Las soldaduras deberán iniciarse en los lugares relativamente fijos y continuar hacia las zonas donde los elementos estructurales tengan mayor libertad de movimiento.
- b) Deberán soldarse en primer término los elementos de las juntas que, por sus dimensiones o por la cantidad de soldadura depositada, se considera que tendrán mayor deformación.

006-B.14 No se ejecutarán soldaduras bajo la lluvia, - con vientos fuertes, en superficies mojadas o en otras condiciones desfavorables.

006-B.15 Con relación al procedimiento de ejecución, - las soldaduras deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Cuando la Secretaría lo considere conveniente, antes de iniciar los trabajos de soldadura se harán juntas de muestra de aproximadamente cincuenta (50) centímetros de longitud y con la misma preparación de las que

se van a utilizar en la estructura, empleando los materiales autorizados para el trabajo y soldando en condiciones representativas en cuanto a equipo y posición. Las muestras se estudiarán mediante macrografías para afinar el amperaje, el voltaje y la velocidad de avance de arco y determinar la penetración en la raíz de la junta y la fusión con las caras de la ranura.

- b) Para el procedimiento de arco sumergido, el tamaño máximo del electrodo será de seis punto cuatro (6.4) milímetros.
- c) Para el procedimiento de arco manual, el diámetro máximo del electrodo será el que se indica en la tabla LXXIX.

TABLA LXXIX. DIAMETROS MAXIMOS DE ELECTRODOS PARA SOLDADURAS DE ARCO MANUAL

CARACTERISTICAS	Diámetro máximo del electrodo (mm)
Soldaduras realizadas en posición plana, excepto para soldar la raíz de la junta	7.9
Soldaduras horizontales de filete	6.4
Soldaduras de raíz de la junta, hechas en posición plana y soldaduras en ranura en posición plana con placa de respaldo y abertura de raíz de la junta de 6.4 mm o mayores	6.4
Soldaduras realizadas con electrodos con recubrimiento a base de polvo de hierro o con electrodos de bajo hidrógeno, en las posiciones vertical y sobre cabeza	4.0
Soldadura en la raíz, en ranuras y en todas aquellas que no estén señaladas antes en esta tabla	4.8

- d) Para el procedimiento de arco sumergido todas las soldaduras, excepto las de filete, se ejecutarán en posición plana. Las solda

duras de filete pueden realizarse en posición plana u horizontal, con la limitación de que en las de una sola pasada, hechas en posición horizontal, su tamaño no excederá de siete punto nueve (7.9) milímetros.

- e) Para el procedimiento de arco manual, las soldaduras pueden ejecutarse en las posiciones plana, horizontal, vertical y sobre cabeza. El grado de dificultad de las soldaduras corresponde al orden enunciado anteriormente para las diferentes posiciones. Siendo la posición plana la de menor dificultad, es conveniente realizar la mayor parte de las soldaduras en esta posición, pero en todo caso deberán respetarse las posiciones indicadas por la Secretaría.
- f) Los electrodos deberán elegirse de acuerdo con la posición de la soldadura y el tipo de corriente.
- g) Tanto los electrodos como el fundente deben preservarse de la humedad, antes de su utilización. En el procedimiento de arco sumergido, el fundente sobrante no deberá utilizarse por segunda vez.
- h) Las temperaturas mínimas de precalentamiento y durante el proceso de soldadura, deben ser las indicadas en la Tabla LXXX.
- i) En las soldaduras de ranura se deberán colocar siempre placas de prolongación en los extremos para garantizar soldaduras sanas; dichas placas se removerán posteriormente, mediante corte con soplete. Los extremos de la junta terminada deberán quedar tersos y enrasados con las orillas de las piezas soldadas.
- j) En todas las soldaduras a tope realizadas por el procedimiento de arco manual, cuando

TABLA LXXX. TEMPERATURAS MINIMAS DE PRECALENTAMIENTO Y DURANTE EL PROCESO DE SOLDADURA (1)

Espesor mayor de las placas por soldar en la zona de unión (mm)	P r o c e d i m i e n t o d e s o l d a d u r a	
	Al arco con electrodos metálicos, que no sean de bajo hidrógeno, utilizado en el acero correspondiente a la cláusula 005-F de este Libro.	Al arco con electrodos metálicos de bajo hidrógeno Al arco sumergido. Al arco con protección de gas. Al arco con electrodos con fundente en el núcleo. (Cuando estos procedimientos se utilicen en los aceros correspondientes a las cláusulas 005-F, 005-G, 005-H y 005-I de este Libro 4).
Hasta 19 incl.	210°C	210°C
Más de 19 hasta 38 incl.	650°C	210°C
Más de 38 hasta 64 incl.	1070°C	650°C

1) No se deberá soldar cuando la temperatura ambiente sea igual o menor a -180°C bajo cero. Cuando el metal base esté a una temperatura inferior a la indicada para el procedimiento de soldadura usado y para el espesor del material por soldar, será necesario un precalentamiento, a menos que la Secretaría especifique otra cosa, para que la superficie de las partes sobre las que se vaya a depositar soldadura esté a la temperatura especificada o arriba de ella, en una distancia igual al espesor mayor de las partes por soldar pero no menor de 75 mm, tanto a los lados como hacia adelante de la junta. Las temperaturas de precalentamiento y durante el proceso de soldadura, pue- de ser suficiente para evitar la formación de grietas.

no se usen placas de respaldo, se removerá el cordón de raíz de la soldadura colocada inicialmente, utilizando un procedimiento autorizado por la Secretaría, hasta llegar al metal sano, relleno después con soldadura. En las soldaduras a tope con placa de respaldo el metal depositado deberá fundirse con dicha placa.

k) En las soldaduras de ranura ejecutadas por el procedimiento de arco sumergido, se soldará con arco manual un cordón en la raíz por el lado opuesto al relleno, utilizando electrodos de bajo hidrógeno, para asegurar la sanidad de la junta en la raíz. Cuando la Secretaría lo juzgue conveniente, se seguirá el procedimiento indicado en el párrafo j) de este Inciso.

l) La profundidad de fusión no deberá ser menor de uno punto cinco (1.5) milímetros.

m) Después de efectuar cada cordón de soldadura, se quitará la escoria limpiando con cepillo de alambre la soldadura y el metal base adyacente. Antes de remover la escoria, se deberá dejar transcurrir un tiempo razonable, para permitir un enfriamiento conveniente y aplicar el cordón de soldadura subsiguiente.

n) En cuanto a preparación, deberán cumplirse los requisitos indicados en el inciso (006-B.06), de este Capítulo.

006-B.16 Será motivo de rechazo que el procedimiento de ejecución de la soldadura no haya sido realizado de acuerdo con todo lo indicado en el inciso (006-B.15), de este Capítulo.

006-B.17 Para que las juntas puedan considerarse aceptables, deben cumplir con los siguientes requisitos, -

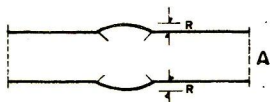
tanto de inspección en la obra, como de laboratorio:

- a) En la prueba de tensión de las juntas, el esfuerzo en el punto de fluencia y el es fuerzo máximo, deben ser iguales o mayores que los especificados para el metal base; a simismo, la ductilidad debe ser similar. In dependientemente de que alguna junta solda da cumpla con los requisitos de resistencia, si presenta defectos de ejecución graves, deberá rechazarse; también en el caso de soldaduras sanas, si en la prueba de tensión se obtienen alargamientos pequeños o nulos, que indiquen fragilidad de la junta, ésta deberá rechazarse.
- b) En la prueba de doblado, el comportamiento de la soldadura deberá ser similar al del metal base, debiéndose rechazar las soldadu ras que se agrieten en la parte exterior de la porción doblada.
- c) Las juntas soldadas no deberán presentar grietas, ni en el metal base, ni en el me tal depositado. La presencia de tales defec tos, será causa suficiente de rechazo.
- d) Las soldaduras a tope deberán tener un re fuerzo ligero que no exceda de tres punto dos (3.2) milímetros, según se muestra en la figura 22-A.
- e) Las soldaduras de ranura que muestren defec tos de sección crítica insuficiente, con vexidad excesiva, socavación y traslape o sobremonta, indicados en la figura 22-B, de berán rechazarse.
- f) Las soldaduras de filete deberán tener cual quiera de los perfiles que se ilustran en las figuras 22-C, 22-D y 22-E. La convexi dad C, en milímetros, no deberá ser mayor de:

$$0.1 S + 0.76$$

en donde S es el tamaño real de la soldadura de filete en milímetros, como se muestra en las figuras 22-F y 22-G.

- g) Las juntas con defectos de sección crítica insuficiente, convexidad excesiva, socavación, traslape o sobremonta o lado insuficiente, mostradas en la figura 22-H, deberán rechazarse.
- h) En cualquier tipo de junta, la socavación no será mayor de cero punto veinticinco - (0.25) milímetros de profundidad, cuando su dirección sea transversal a la del esfuerzo principal. La socavación no excederá de cero punto ocho (0.8) milímetros de profundidad, cuando su dirección sea paralela a la del esfuerzo principal.
- i) Deberá haber fusión completa entre el metal de aporte y el metal base, así como entre los diferentes cordones de soldadura, según se especifica en el párrafo (006-B.15.1) de este Capítulo. Los cráteres se llenarán hasta completar la sección transversal de la soldadura.
- j) Deberán tenerse en cuenta las siguientes tolerancias para las soldaduras con defectos de porosidad, inclusión de escoria, falta de fusión o de penetración:
 - 1) Pueden admitirse defectos de porosidad o falta de fusión menores de uno punto seis (1.6) milímetros en su dimensión máxima, siempre que la suma de las dimensiones máximas de los defectos señalados, no exceda de siete (7) milímetros en cualquier tramo de soldadura de dos (2) centímetros de longitud.



EL REFUERZO "R" NO SERA
MAYOR QUE 3.2 mm.

PERFIL ACEPTABLE EN SOLDADURA DE RANURA A TOPE.

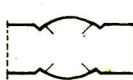
SECCION CRITICA
INSUFICIENTE



CONVEXIDAD
EXCESIVA



SOCAVACION

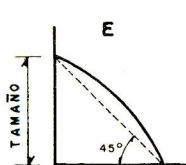
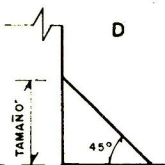
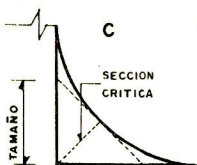


TRASLAPE O
SOBREMONTA

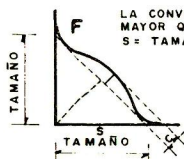


B

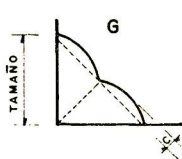
PERFILES DEFECTUOSOS EN SOLDADURA DE RANURA A TOPE.



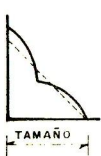
PERFILES DESEABLES EN SOLDADURA DE FILETE.



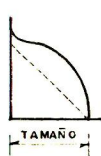
LA CONVEXIDAD NO SERA
MAYOR QUE $0.1S + 0.76$
 $S = \text{TAMAÑO EN mm.}$



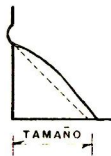
TOLERANCIA EN EL REFUERZO EN SOLDADURA DE FILETE.



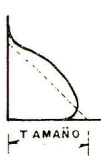
SECCION CRITICA
INSUFICIENTE



CONVEXIDAD
EXCESIVA



SOCAVACION



LADO
INSUFICIENTE



LADO
INSUFICIENTE

PERFILES DEFECTUOSOS EN SOLDADURA DE FILETE.

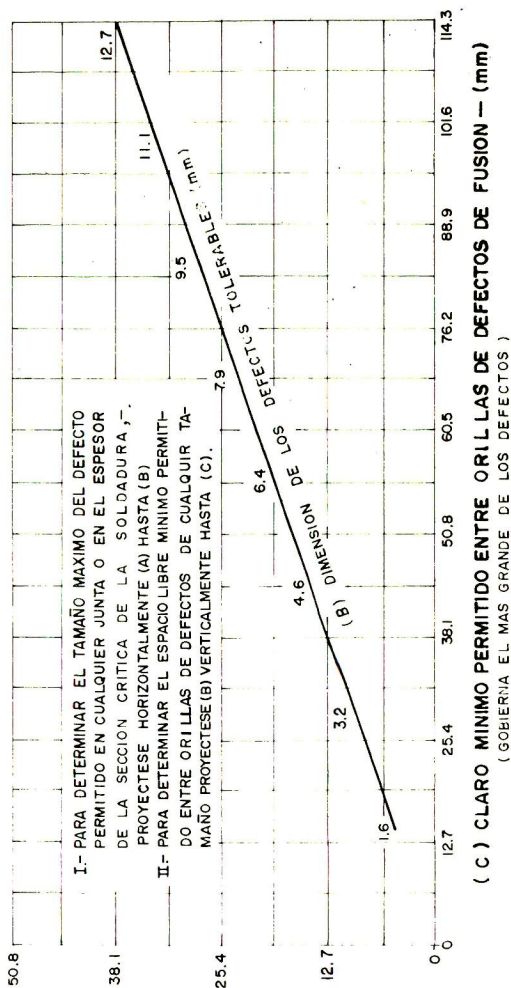
PERFILES DE SOLDADURAS

FIG. NUM. 22

- 2) Cuando los defectos de porosidad, falta de fusión o de penetración, tengan dimensiones iguales o mayores de uno punto seis (1.6) milímetros, los requisitos de calidad deberán coincidir con lo que se especifica en la figura 23. El tamaño máximo del defecto deberá medirse en la dirección más desfavorable, independientemente de la dirección que se utilice para medir la distancia entre defectos contiguos o acumulados. En la figura 23, la escala B da la dimensión máxima del defecto aceptable, en función del espesor de la sección crítica de la junta, y en el eje C se obtiene la distancia mínima permitida entre cualquier tipo de defecto con dimensión B y otro defecto similar con dimensión igual o menor; también se aplicará esta misma distancia, para el caso del espaciamiento permitido entre un defecto de tamaño B y la orilla de la junta. Las limitaciones de la figura 23 para espesores de treinta y ocho punto uno (38.1) milímetros, se aplicarán a todas las juntas con sección crítica mayor.

006-B.18 A juicio de la Secretaría, podrá aceptarse una pieza o elemento completo que tenga soldaduras defectuosas, si se hacen las siguientes correcciones:

- a) La convexidad excesiva podrá corregirse eliminando el exceso de metal de la soldadura, mediante un procedimiento aprobado.
- b) Cuando se presenten concavidades excesivas de la soldadura, cráteres, dimensiones insuficientes o socavaciones, podrá depositarse metal de aportación adicional, previa limpieza de la junta, para cumplir con lo especificado.



(A) ESPESOR EN LA SECCION CRITICA DE LA SOLDADURA DE RANURA O DE FILETE EN mm.

FIG. NUM. 23

- c) En el caso de excesiva porosidad de la soldadura, inclusiones de escoria o fusión in completa, podrá eliminarse toda la soldadura defectuosa mediante un procedimiento aprobado y depositarse nuevo metal de soldadura, después de haber preparado correctamente la junta. No se autorizará la reparación cuando la preparación de la junta, antes de volver a soldar, quede fuera de las especificaciones dimensionales indicadas en esta Cláusula.
- d) Cuando se presenten grietas en la soldadura o en el metal base, deberá reconstruirse toda la junta, a menos que la profundidad y extensión de las grietas se pueda determinar con precisión mediante radiografías o cualquier otro procedimiento adecuado, en cuyo caso se deberá remover toda la soldadura de la zona defectuosa, más una longitud de cinco (5) centímetros a cada lado de la misma. No se autorizará reparación cuando la preparación de la junta antes de volver a soldar quede fuera de las especificaciones dimensionales indicadas en esta Cláusula.
- e) La remoción de la soldadura defectuosa se hará con el procedimiento de arco-aire. El uso de otro procedimiento requiere aprobación previa de la Secretaría.
- f) Si la suma de longitudes de las zonas de la junta en donde aparecen defectos en la soldadura es hasta el sesenta por ciento (60%) de la longitud de dicha junta, se podrá reparar la zona defectuosa aisladamente, removiendo la soldadura y volviendo a rellenar.
- g) Si la suma de longitudes de las zonas de la junta en donde aparecen defectos en la sol

dadura es mayor del sesenta por ciento - (60%) de la longitud de dicha junta, se eliminará la zona de la junta y se colocará un injerto.

- h) En el caso de juntas de ranura en varillas de acero para refuerzo, la reparación se hará eliminando exclusivamente la zona soldada, y haciendo nuevamente la preparación para repetir la soldadura.
- i) Los elementos estructurales que se hayan formado durante el proceso de soldadura, se enderezarán y rectificarán por medios mecánicos sin impactos, o por la aplicación local cuidadosa de una cantidad limitada de calor. Cuando se utilice el segundo procedimiento, deberá mantenerse una supervisión a base de pirómetros, lápices térmicos u otros métodos adecuados; la temperatura de las áreas calentadas no será mayor de seiscientos cincuenta (650) grados centígrados, que corresponde al rojo cereza; además, antes de calentar las piezas para enderezarlas, no deberán estar sujetas a fuerzas exteriores, excepto las utilizadas en el procedimiento de enderezado.

006-B.19 Para cerciorarse de que los trabajos de soldadura se hayan ejecutado adecuadamente, la Secretaría regulará aquellos muestreos, ensayos e inspecciones que considere convenientes, debiéndose tomar en cuenta lo siguiente:

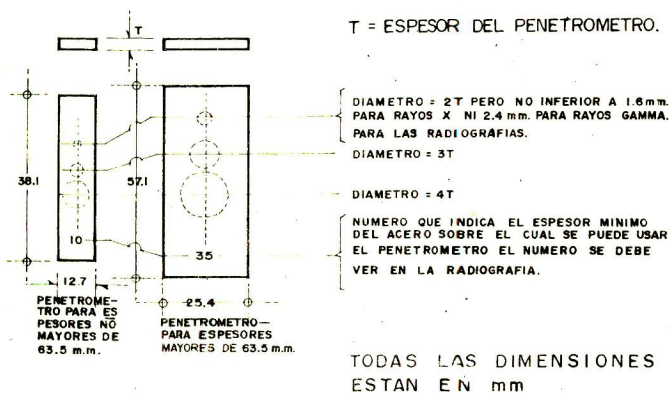
- a) La inspección radiográfica deberá realizarse en presencia de un representante de la Secretaría.
- b) Las radiografías se identificarán debidamente por medio de letras y números de plomo. Además se usarán penetrómetros que permitan asegurar la detección de defectos con tama

no igual o menor al dos por ciento (2%) del espesor de la parte más delgada de la junta como se muestra en las figuras 24 y 25, en donde se ilustran esquemas de dos penetrómetros y la localización de éstos en las placas radiográficas. Las placas radiográficas deberán estar limpias, sin rayaduras u otros defectos. La densidad mínima de las radiografías será de uno punto cinco (1.5) y no excederá de dos punto cinco (2.5); además, la densidad en cualquier área continua de espesor constante, no variará en más de cero punto cinco (0.5). Las radiografías deberán mostrar el agujero más pequeño de los diferentes penetrómetros, el número de identificación de éstos, las marcas de identificación y la localización de las radiografías.

- c) Solamente se utilizará la técnica radiográfica para la aceptación de juntas de ranura con penetración completa. No deberán emplearse radiografías para la aceptación de soldaduras de filete y sólo en casos especiales, podrá emplearse dicha técnica para justificar un rechazo.

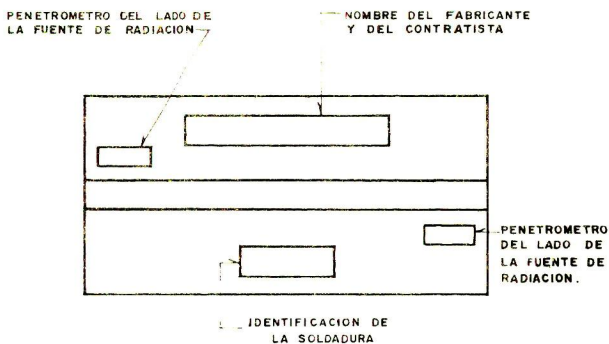
006-B.20 La Secretaría tendrá libre acceso a cualquier parte de las instalaciones concernientes a la fabricación de la estructura por soldar y especialmente cuando se efectúen los trabajos de soldadura. El Contratista deberá proporcionar todas las facilidades, para que la Secretaría se cerciore de que los trabajos de soldadura y el material suministrado, estén de acuerdo con lo indicado en este Capítulo.

006-B.21 El muestreo de las juntas soldadas, la determinación de dimensiones en las preparaciones y en las juntas terminadas, las pruebas de calificación de soldadores y de procedimientos, las pruebas físicas de las



PENETROMETROS

FIG. NUM. 24



IDENTIFICACION DE LA RADIOGRAFIA Y LOCALIZACION DE PENETROMETROS

FIG. NUM. 25

juntas soldadas, la inspección metalúrgica macrográfica y las pruebas no destructivas, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos que se describen en los Capítulos (01.02.005) y (01.02.006) del Libro 6 de estas Normas.

CAPITULO 4.01.02.007

MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA

007-A CONTENIDO

007-A.01 En este Capítulo se tratan las normas de calidad que deben reunir los pilotes de madera, así como la madera estructural que se utilice en obras falsas, tablastacas, moldes, viaductos, puentes y edificios.

007-B PILOTES DE MADERA

007-B.01 Son las piezas de madera cruda o preservada, de forma aproximadamente cilíndrica o troncocónica, que se utilizan generalmente como apoyo en cimentaciones y que resisten satisfactoriamente su hincado y las cargas transmitidas al cimiento.

007-B.02 Los pilotes podrán ser de madera cruda o preservada, según lo indique el proyecto o la Secretaría.

007-B.03 El proyecto o la Secretaría pueden especificar la especie botánica que se vaya a emplear en los pilotes.

007-B.04 Los pilotes de madera se clasifican en tres (3) clases, de acuerdo con el uso a que se destinen:

- a) Pilotes clase A. Son los que se usan en puentes u otras estructuras pesadas. El diámetro mínimo de la cabeza será de treinta y cinco (35) centímetros.
- b) Pilotes clase B. Son los que se usan en muelles, atracaderos, puentes pequeños, cimentaciones de edificios y construcciones en general. El diámetro mínimo de la cabeza será de treinta (30) centímetros. Cuando se requieran pilotes de clase B para usarse con valores de carga no muy altos, o en casos especiales, como cuando se empleen cabezales de concreto, el proyecto o la Secretaría

ría podrán especificar tamaños menores que los mencionados en el inciso (007-B.10) de este Capítulo.

- c) Pilotes clase C. Son los que se usan en a taguías, obras falsas, construcciones lige ras y pilotes de apoyo de cimentaciones que vayan a estar permanentemente sumergidos. El diámetro mínimo de la cabeza será de veinticinco (25) centímetros, para longitu des de seis (6) metros o menores de treinta (30) centímetros para longitudes mayores.

007-B.05 Los pilotes deberán ser de madera sana, es de cir, que se encuentren libres de indicios de putrefac ción o de ataques por insectos, exceptuando los casos indicados a continuación:

- a) En los pilotes de cedro y ciprés, el extre mo correspondiente a la cabeza podrá tener tubo o huella del tocón, que no exceda de cuarenta (40) milímetros de diámetro.
- b) Los pilotes de ciprés podrán tener picadu ras que en conjunto no excedan la limita ción indicada en el párrafo a) anterior, en cuanto a la dimensión de la zona defectuosa.
- c) Los pilotes de pino podrán tener nudos no sanos menores de la mitad del tamaño permi tido de cualquier nudo sano, siempre y cuand o la falta de sanidad no se extienda a más de cuarenta (40) milímetros de profundidad y no afecte las áreas adyacentes. En gene ral, podrán aceptarse los pilotes que ten gan cicatrices de trementina no atacadas - por insectos.

007-B.06 Los árboles que vayan a usarse para pilotes deberán cortarse arriba del nivel del suelo y los pilo tes tendrán una disminución gradual de diámetro desde la cabeza hasta la punta.

007-B.07 El tamaño de los nudos no deberá exceder al

que se indica en los incisos (007-B.19) y (007-B.25) - de esta Cláusula y no deberá aceptarse un agrupamiento de nudos. La distancia entre nudos deberá considerarse de centro a centro de los mismos.

007-B.08 Se entiende por agrupamiento de nudos el conjunto de dos o más de ellos, siempre que las fibras de la madera rodeen el grupo, ya que si éstas rodean a cada nudo independientemente, no se considerará como agrupamiento de nudos aunque éstos se encuentren próximos.

007-B.09 Todos los pilotes se deberán proporcionar en las longitudes y con las tolerancias indicadas en la Tabla LXXXI.

TABLA LXXXI. LONGITUDES DE PILOTES

Longitud Especificada m	Múltiplos de variación de longitud m	Tolerancia en la longitud especificada m
De 4.80 a 12.00	0.60 incl.	± 0.30
Más de 12.00	1.50	± 0.60

NOTA. La longitud promedio de todos los pilotes de una remesa con longitud especificada, no deberá ser menor que la estipulada en el proyecto.

007-B.10 El perímetro de los pilotes, medido sin considerar la corteza, deberá cumplir con los requisitos indicados en la Tabla LXXXII, excepto que no más del diez por ciento (10%) de los pilotes de una remesa dada, podrán tener un perímetro cinco (5) centímetros menor que los valores mínimos dados en la tabla citada. La relación entre los diámetros máximo y mínimo en la cabeza - de cualquier pilote no deberá exceder de uno punto dos (1.2).

007-B.11 Si se requiere un alto contenido de madera de duramen en los pilotes sin tratamiento, así deberá especificarse y en tal caso, el diámetro de la madera de duramen no deberá ser menor de cero punto ocho (0.8) del diámetro de la cabeza del pilote.

TABLA NUM. LXXXII
CIRCUNFERENCIA Y DIAMETROS DE PILOTOS DE MADERA

Longitud metros	CLASE "A"						CLASE "B"						CLASE "C"					
	En la cabeza			En la punta mínimo			En la cabeza			En la punta mínimo			En la cabeza			En la punta mínimo		
	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo		Máximo
	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), cm.	Circunferencia, cm.	Díametro (Aprox.), c. m.
Menos de 12 12 a 15 incl. 15.5 a 21.5 incl. 21.8 a 27.5 incl. Más de 27.5	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	64	20	97*	31*	160	51	64	20
	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	64	20	97	31	160	51	48	15
	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	48	15
	112	35	160	51	56	18	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
	112	35	160	51	48	15	104	33	160	51	41	13	97	31	160	51	41	13
PINOS, ABETOS Y OYAMELES																		
Menos de 9.20 9.20 a 12 incl. Más de 12.0	112	35	145	46	71	23	97	30	145	46	64	20	97*	31*	160	51	64	20
	112	35	145	46	71	23	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	56	18
	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
ENCINO, CIPRES Y OTRAS MADERAS DURAS																		
Menos de 9.20 9.20 a 12 incl. Más de 12.0	112	35	175	56	71	23	97	30	175	56	64	20	97*	31*	175	56	64	20
	112	35	175	56	71	23	104	33	175	56	64	20	97	31	175	56	56	20
	112	35	152	56	64	20	104	33	175	56	56	18	97	31	175	56	56	18
CEDRO																		
Menos de 9.20 9.20 a 12 incl. Más de 12.0	112	35	175	56	71	23	97	30	175	56	64	20	97*	31*	175	56	64	20
	112	35	175	56	71	23	104	33	175	56	64	20	97	31	175	56	56	20
	112	35	152	56	64	20	104	33	175	56	56	18	97	31	175	56	56	18

* En pilotes de Clase C puede especificarse una circunferencia mínima de setenta y nueve (79) centímetros o un diámetro de veintidós (22) centímetros en la cabeza para longitudes de seis (6) metros y menos.

007-B.12 Los pilotes con madera de albura que se vayan a tratar con preservativos, no deberán tener menos de dos punto cinco (2.5) centímetros de espesor de madera de albura en la cabeza.

007-B.13 Las cabezas y las puntas de los pilotes se deberán aserrar perpendicularmente al eje del pilote y los nudos y ramas deberán cortarse al ras de la superficie de éste, excepto las ramas que puedan cortarse a mano al ras de la superficie del borde que rodea al nudo.

007-B.14 De acuerdo con la cantidad de corteza que se quite, los pilotes se clasificarán en:

- a) Pilotes de descortezado completo. Son aquellos a los que se les quita toda la corteza exterior y además, en forma bien distribuida, por lo menos el ochenta por ciento (80%) de la corteza interior. Para un tratamiento adecuado con preservativos, no deberán quedar fajas de corteza interior de más de doce (12) milímetros de ancho.
- b) Pilotes de descortezado tosco. Son aquellos a los que se les elimina totalmente, sólo la corteza exterior.
- c) Pilotes sin descortezar. Son aquellos a los que no se les quita la corteza.

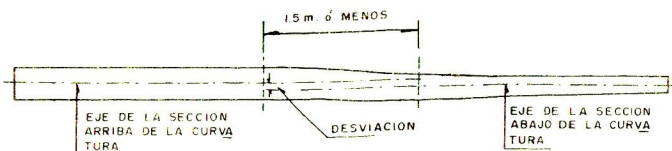
007-B.15 En los pilotes de las clases A y B, según el inciso (007-B.04), de este Capítulo, la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, deberá quedar íntegramente dentro del cuerpo del pilote.

007-B.16 Los pilotes largos de las clases A y B sometidos a carga no muy alta, pueden aceptarse si la línea recta que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, queda parcialmente fuera del cuerpo del pilote, siempre que la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no exceda de cero punto cinco por ciento (0.5%) de la longitud del pilote o de siete punto cinco

(7.5) centímetros, lo que sea menor.

007-B.17 Los pilotes de las clases A y B también deberán estar libres de curvaturas cortas en las que la desviación respecto a la condición recta, en cualquier tramo de uno punto cincuenta (1.50) metros, como se indica en la figura 26, exceda de seis (6) centímetros. Los pilotes con curvaturas cortas deberán llenar el requisito que se establece en el inciso (007-B.15), de este Capítulo.

007-B.18 La curvatura de las fibras en espiral, en cualquier tramo de seis (6) metros de longitud, no deberá exceder de la mitad de la circunferencia.



CASO 1.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA SON APROXIMADAMENTE PARALELOS



CASO 2.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA COINCIDE O SON PRÁCTICAMENTE COLINEALES



CASO 3.- LOS EJES DE LA SECCION ARRIBA DE LA CURVATURA NO SON PARALELOS NI COLINEALES CON EL EJE ABAJO DE LA CURVATURA

MEDICION DE CURVATURAS CORTAS

FIG. NUM. 26

007-B.19 En los pilotes de las clases A y B, con longitudes hasta de quince (15) metros y en las tres cuartas (3/4) partes de la longitud a partir de la cabeza, en pilotes que tengan longitudes mayores de quince (15) metros, los nudos sanos no deberán ser mayores de diez (10) centímetros o de un tercio (1/3) del diámetro del pilote en la sección donde se presenten, lo que sea menor. En la cuarta parte restante, de los pilotes con longitudes mayores de quince (15) metros, los nudos sanos no deberán ser mayores de doce punto cinco (12.5) centímetros o de la mitad del diámetro del pilote en la sección donde se presenten, lo que sea menor. Se denomina tamaño de un nudo, la dimensión de éste medida normalmente a la longitud del pilote. No se permitirán nudos no sanos, excepto como se indica en el párrafo (007 B.05.c) de este Capítulo. No se aceptarán agrupamientos de nudos, entendiéndose por agrupamiento dos (2) o más nudos, en los cuales las fibras de la madera se curven rodeando toda la unidad. Un grupo de nudos sencillos, en donde las fibras se curven alrededor de cada uno por separado, no se considera agrupamiento aún cuando los nudos estén muy cerca uno de otro; la suma de los tamaños de todos los nudos en cualquier tramo de treinta (30) centímetros de la longitud del pilote, no deberá exceder del doble del tamaño máximo de nudos que se permita.

007-B.20 En los pilotes de las clases A y B podrán permitirse agujeros que tengan un diámetro promedio menor de trece (13) milímetros, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de un décimo (0.1) de metro cuadrado - del pilote, no exceda de treinta y ocho (38) milímetros.

007-B.21 En los pilotes de las clases A y B, la longitud de las rajaduras no deberá ser mayor que el diámetro de la cabeza de ellos. La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de grietas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual, situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote,

tampoco deberá exceder del diámetro de la cabeza del pilote.

007-B.22 En los pilotes de la clase C, la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, podrá quedar parcialmente fuera del cuerpo del pilote, pero la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no deberá exceder del uno por ciento (1%) de la longitud del pilote o de siete punto cinco (7.5) centímetros, lo que sea menor.

007-B.23 Los pilotes de la clase C deberán estar libres de curvaturas en las que la desviación de la condición recta en cualquier tramo de uno punto cincuenta (1.50) metros, como se indica en la figura 26; en ningún lugar excederá de seis (6) centímetros. Las curvaturas cortas podrán aceptarse siempre que el pilote llene los requisitos para curvaturas que se establecen en el inciso (007-B.22), de este Capítulo.

007-B.24 Las fibras en espiral en los pilotes de clase C, no deberán exceder de una (1) vuelta completa en cualquier tramo de seis (6) metros de longitud.

007-B.25 En los pilotes de la clase C, los nudos sanos no deberán tener una dimensión mayor de doce punto cinco (12.5) centímetros o de la mitad del diámetro del pilote en la sección en donde se encuentren, lo que sea menor. La magnitud de un nudo se considerará como la dimensión medida perpendicularmente al eje del pilote. No se permitirán nudos no sanos, excepto lo indicado en el párrafo (007-B.05.c) de este Capítulo. No se aceptarán nudos agrupados. La suma de los tamaños de todos los nudos, en cualquier tramo de treinta (30) centímetros de longitud del pilote, no deberá exceder del doble del tamaño del mayor nudo permitido.

007-B.26 En los pilotes de la clase C, se podrán permitir agujeros que tengan un diámetro promedio menor de trece (13) milímetros, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de un décimo (0.1) de metro cuadrado del pilote, no exceda de setenta y cinco (75) milímetros.

007-B.27 En los pilotes de la clase C, la longitud de las rajaduras no deberá ser mayor de vez y media el diámetro de la cabeza del pilote. La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de grietas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote, tampoco deberá exceder de vez y media el diámetro de la cabeza del pilote.

007-B.28 El muestreo de los pilotes de madera y la de terminación de sus dimensiones, de su derecho, de las desviaciones, de torceduras de fibras y la magnitud de nudos y agujeros deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.02.007) del Libro 6 de estas Normas.

007-C MADERA ESTRUCTURAL

007-C.01 La madera estructural es toda aquella cuyas propiedades mecánicas y resistencia están controladas y sirven para soportar las cargas a que estará sometida. Esta madera podrá usarse en la construcción de viaductos, puentes, edificios, tablestacas, moldes, obras falsas y en general donde se requieran elementos estructurales resistentes.

007-C.02 La calidad de la madera estructural será determinada por el proyecto o la Secretaría y se clasifica en calidades A, B y C, como se indica en la Tabla - LXXXIII. Las especies botánicas podrán ser, a título enunciativo pero no limitativo, Caoba, Roble, Oyamel, Guapaque, Sabino, Pino, Encino, Abeto, Nogal, Ciprés, Pino ocote y Cedro.

007-C.03 La madera estructural estará libre de daños por ataques biológicos que disminuyan su resistencia o durabilidad, tales como putrefacción y acción de hongos o de insectos. La mancha azul no se considera como deterioro y se permite en cualquier clase de madera. No se aceptará ninguna pieza de madera con peso menor a trescientos (300) kilogramos por metro cúbico. Las características admisibles de la madera estructural se in

dican en la Tabla LXXXIII.

007-C.04 Cuando las piezas de madera tengan rebajo se removerá la corteza completamente y el rebajo se medirá donde éste tenga la mayor profundidad, a fin de determinar la sección efectiva de la pieza.

007-C.05 Las piezas de madera aserrada se podrán usar sin preservativo a juicio de la Secretaría, dependiendo del uso y ubicación de las piezas.

007-C.06 La inclinación de las fibras se determinará en una distancia suficientemente grande, para encontrar un valor general, sin tomar en cuenta las desviaciones cortas o locales.

007-C.07 Las piezas de madera aserrada tendrán un tercio ($1/3$) o más de albura de verano, que es la porción más oscura y más dura del anillo anual, sobre una porción de siete punto cinco (7.5) centímetros de una línea radial situada como se describe en el inciso (007-C.08) de este Capítulo. Las piezas que en promedio tengan menos de doce (12) anillos anuales en cinco (5) centímetros, se aceptarán si en promedio tienen un medio ($1/2$) o más de albura de verano.

007-C.08 La velocidad decreciente del crecimiento se determinará en una línea radial que sea representativa del crecimiento promedio, en una sección transversal. Cuando la línea radial escogida no se considere representativa, se cambiará de sitio lo suficiente para preparar un promedio razonable; pero la distancia de la médula al principio de la porción de siete punto cinco (7.5) centímetros, sobre la que se cuentan los anillos, no se cambiará. En caso de duda se tomarán dos (2) líneas radiales y el número de anillos y porcentaje de albura de verano será el promedio de estas líneas.

007-C.09 En la figura 27 se indican las zonas en que se divide un elemento estructural de madera sometida a flexión, para su clasificación y ubicación de defectos.

TABLA LXXXIII. CARACTERISTICAS ADMISIBLES DE LA MADERA ESTRUCTURAL

Tipo de defecto	Calidad a	Calidad b	Calidad c
Velocidad de crecimiento, máximo	16 anillos/5 cm	12 anillos/5 cm	8 anillos/5 cm
Fisuras o grietas, profundidad máxima	1/4 del espesor	3/8 del espesor	1/2 del espesor
Inclinación de la fibra, no mayor de	1 en 14	1 en 11	1 en 8
Aristas faltantes o gema, no mayor de	1/8 de cualquier superficie	1/8 de cualquier superficie	1/4 de cualquier superficie
Bolsas de resina de menos de 3 mm de ancho, profundidad máxima de	1/4 del espesor	1/3 del espesor	1/2 del espesor

ZONAS EN LAS QUE QUEDA DIVIDIDO UN
ELEMENTO ESTRUCTURAL DE MADERA
PARA SU CLASIFICACION

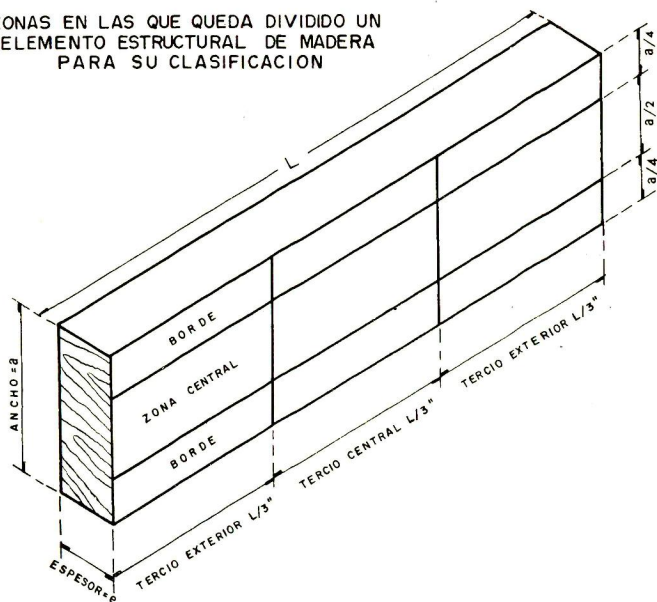


FIG. NUM. 27

007-C.10 La ubicación y dimensiones máximas tolerables de nudos y agujeros que provengan de nudos o de otras causas, se indican en la Tabla LXXXIV, para las calidades A, B y C.

007-C.11 Las rajaduras anulares en polines, tablones, vigas y largueros, deberán medirse en los extremos de la pieza. Solamente se tendrán en cuenta aquellas rajaduras que queden en los dos cuartos centrales del peralte de la pieza. Se entiende por tamaño de rajadura anular, la distancia entre las líneas que la limiten paralelamente a las caras mayores de la pieza. El tamaño - permisible será determinado en función a la cara menor de la pieza.

007-C.12 El tamaño de una rajadura anular en columnas o postes de sección rectangular, es la dimensión mayor del menor rectángulo que contenga a la rajadura anular y que tenga sus lados paralelos a las aristas de la sección extrema de la pieza.

TABLA NUM. LXXXIV

DIMENSIONES MAXIMAS TOLERABLES DE NUDOS

Ancho nominal de la superficie de la pieza		CALIDAD A				CALIDAD B				CALIDAD C			
		Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión		Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión		Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión		Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión		Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión		Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	
Pulg.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	25	6	6	—	—	10	10	3	10	13	13	13	6
1½	38	10	10	—	—	13	13	6	13	19	19	16	10
2	51	13	13	3	3	19	19	10	19	25	25	22	13
2½	64	16	16	6	6	22	22	13	22	32	32	29	19
3	76	19	19	10	10	29	29	16	25	38	38	32	22
4	102	25	25	13	13	38	35	19	35	51	44	44	29
5	127	32	32	16	16	48	44	25	44	64	57	57	38
6	152	38	38	19	19	57	51	29	51	76	61	61	44
7	178	44	44	22	22	60	60	32	60	83	70	73	50
8	203	51	51	29	29	67	67	38	67	89	80	86	60
9	229	54	54	32	32	70	73	44	73	92	86	92	67
10	254	60	60	35	35	73	70	51	70	98	92	102	76
11	279	64	64	38	38	76	86	54	86	102	102	108	83
12	305	64	70	41	41	79	92	60	92	108	114	114	89

No se permite la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 305 mm. Para miembros sujetos a flexión, de un solo claro, las dimensiones de nudos que aparecen en la tabla pueden aumentarse cuando éstos se localicen en los tercios exteriores de la pieza; estas dimensiones podrán aumentarse proporcionalmente hacia los extremos hasta valores por 20 por ciento mayores de los que aparecen en la tabla.

007-C.13 El tamaño de las hendeduras y rajaduras radiales en columnas y postes, dentro de tres (3) veces el ancho de la pieza a partir de cualquier extremo, será igual a su área estimada a lo largo de la sección longitudinal dividida entre tres (3) veces el ancho de la pieza.

007-C.14 Se considera como tamaño de una fisura o grieta, la máxima profundidad de ésta, medida con un alambre de cero punto cero ciento veinticinco (0.0125) centímetros de diámetro. Para elementos en compresión se permitirá incrementar los valores correspondientes dados en la Tabla LXXXIII en un cincuenta por ciento - (50%).

007-C.15 Las dimensiones normales de las piezas de madera estructural aserrada, son las indicadas en la Tabla LXXXV, considerándose como madera de corte especial en su aserrado, cuando el proyecto o la Secretaría fijen dimensiones diferentes a las consignadas.

TABLA LXXXV. DIMENSIONES DE MADERA ESTRUCTURAL

Concepto	Polines y Tablones	Vigas y Largueros	Columnas y Postes
Espesor nominal en mm	De 25 a 102	De 51 o mayor	De 127 o mayor
Ancho nominal en mm	De 102 o mayor	De 102 o mayor	De 127 o mayor
Longitud nominal en cm	Múltiplos de 60	Múltiplos de 61	Múltiplos de 61

007-C.16 Las dimensiones reales de las piezas de madera estructural de sección rectangular, sin secado, deberán sujetarse a las tolerancias indicadas en la Tabla LXXXVI. No se aceptará un lote de madera, si por concepto de dimensiones el veinte por ciento (20%) o más de las piezas que lo forman no cumplen con los requisitos fijados.

007-C.17 Todas las piezas de madera estructural de sección rectangular serán razonablemente rectas, bien ase-

rradas, cortadas en sus extremos con sierra, con las caras opuestas paralelas descortezadas completamente y sin médula, donde ésta se considera perjudicial. La madera estructural sin cepillar será cortada con sierra hasta obtener las dimensiones nominales, permitiéndose en forma ocasional que haya ligeras variaciones al efectuar los cortes. En ninguna parte de la longitud de cualquier pieza se permitirá que las variaciones causadas al efectuar los cortes con sierra, hagan que las dimensiones queden abajo de las nominales, en una cantidad mayor que la señalada en el inciso (007-C.15) de este Capítulo y en ningún lote se permitirá que haya más de veinte por ciento (20%) de piezas con dimensiones con tolerancias en menos de las anotadas en el inciso (007-C.16), de este Capítulo. Cuando expresamente lo ordene la Secretaría, los extremos de las piezas se protegerán con material preservativo después de que hayan sido inspeccionadas.

007-C.18 Las tolerancias de flechas en ambos ejes, torceduras y acanaladuras en piezas de madera, se indican en las figuras 28, 29, 30 y 31.

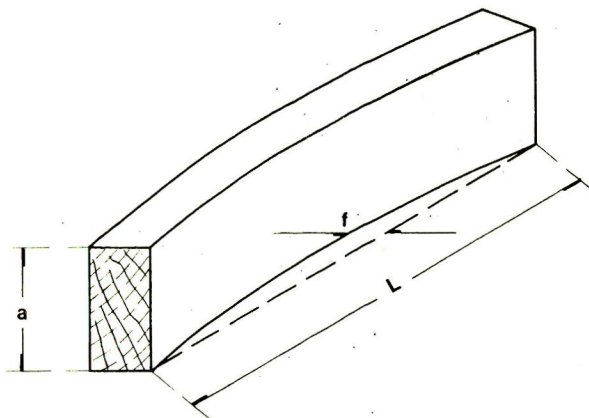
007-C.19 Cuando la importancia de la estructura lo amerite, los esfuerzos admisibles para el proyecto se determinarán según las pruebas de resistencia mecánica que se ejecuten en probetas representativas conforme a lo descrito en el Capítulo (01.02.007) del Libro 6 de estas Normas.

007-C.20 Para que la Secretaría pueda inspeccionar con facilidad todas las piezas de madera estructural, éstas serán colocadas en sitios apropiados, ya sea en los lugares de embarque o de destino. El Contratista o el proveedor dará a la Secretaría todas las facilidades necesarias para la correcta inspección del material. Se hará un examen razonablemente detallado de las caras de cada pieza; y cada pieza se juzgará independientemente sin considerar las decisiones tomadas sobre otras piezas del mismo lote. Aquellas piezas que estén cubiertas con cualquier material que impida su rápido examen

TABLA LXXXVI. TOLERANCIAS DE LAS DIMENSIONES EN PIEZAS DE MADERA

C o n c e p t o	Espesor nominal mm	En espesor sin cepillar mm	En espesor cepillado mm	Ancho nominal mm	En ancho sin cepillar mm	En ancho cepillado mm
Polines, tablonés y otros miembros para tablero con carga aplicada sobre cualquiera de sus caras.....	25 76 102 o mayor	+ 3 + 5 + 5	+ 10 + 10 + 10	102 152 203 o mayor	+ 5 + 5 + 6 *	+ 10 + 10 + 13 *
Vigas, largueros y otros miembros con carga aplicada sobre la cara menor.....	51 152 203 o mayor	+ 5 + 6 + 8	+ 13 + 13 + 13 *	102 o mayor	+ 5 *	+ 10 *
Columnas y postes de sección rectangular y otros miembros con cargas aplicadas axialmente.....	127 152 203 o mayor	+ 5 + 5 + 6	+ 10 + 13 + 13 *	127 152 203 o mayor	+ 5 + 5 + 6 *	+ 10 + 13 + 13 *

* Según la dimensión nominal que le corresponda.

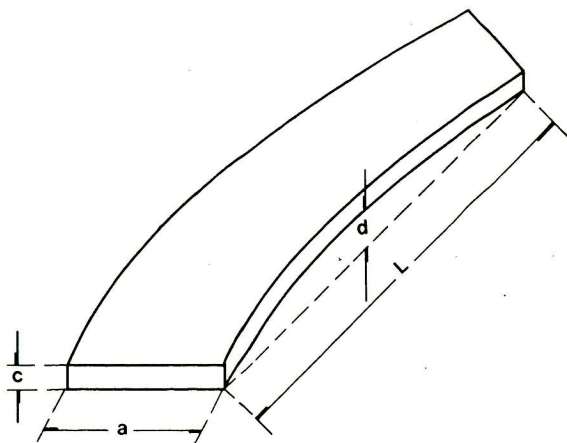


TOLERANCIAS PARA f , EN LA ENCORVADURA

Ancho "a"		Largo "L"		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de f en mm		
3	76	11	25	44
4	102	9	19	33
5	127	6	16	25
6	152	6	13	22
7	178	5	11	19
8	203	5	9	17
10	254	3	8	14
12	305	3	6	11

FIGURA 28

podrán rechazarse. Las piezas deberán voltearse para poder examinar todas sus caras, siendo esta operación por cuenta del proveedor o del contratista.

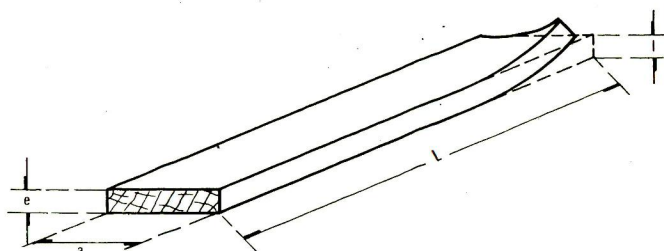


TOLERANCIAS PARA d , EN LA ARQUEADA

Ancho " c "		LARGO " L "		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de d en mm		
1	25	33	76	135
1 1/2	38	22	51	90
2	51	17	38	68
2 1/2	64	14	30	57
3	76	11	25	44
4	102	8	19	33

FIGURA 29

007-C.21 Para el embarque y entrega de las piezas de madera estructural, se separarán éstas conforme a la clase de madera, uso, tipo de pieza y dimensiones.



TORCEDURA

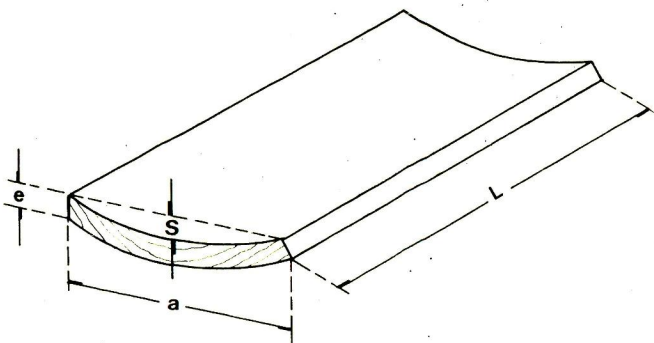
FIG. NUM. 30

007-C.22 El muestreo de la madera estructural y la de terminación de sus dimensiones, resistencia, porcentaje de madera de corazón, inclinación de fibras, número de anillos de crecimiento, porcentaje de humedad y cuantificación de nudos, grietas y rajaduras, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.02.007) del Libro 6 de estas Normas.

TOLERANCIAS PARA t, EN LA TORCEDURA

Tabla correspondiente a la Figura 30

Longitud "L"	Espesor "e"	A n c h o "a"								
		6 mm (3")	102 mm (4")	127 mm (5")	152 mm (6")	187 mm (7")	203 mm (8")	254 mm (10")	305 mm (12")	
		Valores de t en mm								
	Pulg.	mm								
244 cm (8')	1	25	9	13	16	19	22	25	32	38
	1 1/2	38	6	8	11	13	14	16	21	25
	2	51	5	6	8	9	11	13	16	19
	2 1/2	64	3	5	6	8	8	9	13	14
366 cm (12')	3	76	3	5	5	6	8	8	11	13
	1	25	14	19	24	28	33	38	47	57
	1 1/2	38	8	11	13	16	19	21	27	32
	2	51	6	8	10	11	14	16	19	24
487 cm (16')	2 1/2	64	5	6	8	10	11	13	16	19
	3	76	3	5	6	8	10	11	13	16
	1	25	19	25	32	38	44	51	64	76
	1 1/2	38	13	16	21	25	28	36	41	51
	2	51	10	13	16	19	22	25	32	38
	2 1/2	64	8	10	13	14	17	21	25	30
	3	76	6	8	11	13	14	17	21	25



TOLERANCIAS PARA S, EN LA ACANALADURA

Ancho "a"		Valores de S
Pulg.	mm	
3	76	3
4	102	4
5	127	5
6	152	6
7	178	7
8	203	8
10	254	10
12	305	12

FIGURA 31

CAPITULO 4.01.02.008

PLACAS DE NEOPRENO

008-A CONTENIDO

008-A.01 En este Capítulo se tratan los requisitos que deben cumplir las placas de neopreno, que se utilicen como apoyo de estructuras, principalmente en puentes.

008-B REQUISITOS

008-B.01 Estas placas se fabricarán con elastómero de nominado neopreno y se fundirán en moldes bajo presión y calor, para obtener las dimensiones especificadas en el proyecto.

008-B.02 Las dimensiones de los lados de la superficie de carga de las placas de neopreno, tendrán una tolerancia de tres (3) milímetros en más y de un (1) milímetro en menos, con respecto a las dimensiones de proyecto.

008-B.03 El espesor de las placas de neopreno, no será menor de uno punto veintisiete (1.27) centímetros, ni mayor de dos punto cincuenta y cuatro (2.54) centímetros.

008-B.04 La falta de uniformidad de espesor de cada placa, será como máximo de diez por ciento (10%), calculada con la expresión siguiente:

$$S = \frac{Emáx - Emín}{Emáx} \times 100$$

En donde:

S = Falta de uniformidad, en por ciento

Emáx = Espesor máximo de la placa, en mm

Emín = Espesor mínimo de la placa, en mm

008-B.05 El espesor promedio de las placas que formen un lote como se define en el capítulo (01.02.008) del Libro 6, tendrá una tolerancia en más o en menos, de veinticinco por ciento (25%) con respecto al espesor de

proyecto, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en el inciso (01.02.008-B.03) de este Capítulo.

008-B.06 El espesor de cada una de las placas, tendrá una tolerancia en más ó en menos, de cinco por ciento (5%), del espesor promedio de las placas que forman un lote.

008-B.07 El factor de forma de las placas de neopreno, definido como la relación entre una superficie de carga y el área lateral, deberá ser el especificado en el proyecto.

008-B.08 Las placas de neopreno, de acuerdo con lo indicado en el proyecto, podrán tener uno de los tres (3) grados de dureza Shore "A", siguientes:

Cincuenta (50), sesenta (60) o setenta (70), -
teniéndose en cualquiera de los tres (3) casos,
una tolerancia en más o en menos de cinco (5)
grados.

008-B.09 En la prueba de compresibilidad bajo un esfuerzo de cincuenta (50) kilogramos por centímetro cuadrado, se aceptará una deformación unitaria de quince por ciento (15%) como máximo. Esta deformación se calcula con la expresión siguiente:

$$D = \frac{E_i - E_d}{E_i} \times 100$$

En donde:

D = Deformación unitaria, en por ciento.

E_i = Espesor inicial de la placa, en milímetros.

E_d = Espesor de la placa al aplicar un esfuerzo de cincuenta (50) kilogramos por centímetro cuadrado, en milímetros.

008-B.10 No se aceptará ninguna placa cuya deformación unitaria, en la prueba de compresibilidad, sea mayor de ciento quince por ciento (115%) o menor de ochenta y

cinco por ciento (85%), de la deformación promedio obtenida en el lote de placas.

008-B.11 En la prueba de tensión, se aceptará tentativamente una resistencia mínima de ciento sesenta (160) kilogramos por centímetro cuadrado.

008-B.12 El alargamiento a la ruptura, en la prueba de tensión, será tentativamente de trescientos cincuenta por ciento (350%), como mínimo.

008-B.13 En la prueba de compresión, con el método de deflexión constante, se aceptará tentativamente una deformación de veinticinco por ciento (25%), expresada como un porcentaje de la deflexión original, y calculada con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{e_0 - e_f}{e_0 - e_b} \times 100$$

En donde:

C = Deformación en compresión expresada como porcentaje de la deflexión original.

e_0 = Espesor original de la probeta, en milímetros.

e_f = Espesor final de la probeta, en milímetros.

e_b = Espesor de la barra espaciadora usada, en milímetros.

008-B.14 En la prueba de desgarramiento, se aceptará tentativamente una resistencia mínima de treinta y dos (32) kilogramos por centímetro.

008-B.15 Después de un envejecimiento acelerado durante setenta (70) horas, a cien grados centígrados (100°C) las placas de neopreno no deben mostrar cambios por deterioro en mayores cantidades que los siguientes valores tentativos:

Resistencia a la tensión: $\pm 15\%$

Alargamiento a la ruptura: - 40% del especifici-

cado en el inciso (01.02.008-B.12) de este Capítulo, pero no menos de trescientos por ciento (300%).

Grados de dureza Shore "A": + 10.

008-B.16 Las placas de neopreno no deberán mostrar rajaduras, incrustaciones de material extraño o lajeaduras, ni tener grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas.

008-B.17 El muestreo de las placas de neopreno y la determinación de sus dimensiones, dureza, compresibilidad, tensión, alargamiento y deterioro por envejecimiento, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.02.008) del Libro 6 de estas Normas.

CAPITULO 4.01.03.009

MATERIALES PARA REVESTIMIENTOS Y PARA SUB-BASES Y BASES DE PAVIMENTO

009-A DEFINICION

009-A.01 Son materiales pétreos o suelos seleccionados por sus características físicas para emplearse en la construcción de revestimientos y para sub-bases y bases de pavimento, ya sea que se estabilicen o no, con algún producto natural o elaborado.

009-B CLASIFICACION

009-B.01 Los materiales para revestimientos y para sub bases y bases de pavimento, se clasifican como sigue:

- a) Materiales pétreos que no requieran ningún tratamiento de disgregación, cribado o trituración.
- b) Materiales pétreos que para su utilización requieren tratamientos de disgregación, cribado o trituración.
- c) Mezclas de dos o más materiales del grupo a), del grupo b) o de materiales provenientes de ambos grupos.
- d) Materiales de los grupos a), b) o c), mezclados con un material asfáltico.
- e) Materiales de los grupos a), b) o c), mezclados con cemento Portland o una mezcla adecuada de cemento Portland y puzolana.
- f) Materiales de los grupos a), b) o c), mezclados con cal hidratada, cal hidratada y puzolana, o cal hidratada y cemento Portland.

009-C NORMAS DE MATERIALES

009-C.01 Los materiales que se mencionan en el Inciso

(009-B.01), de este Capítulo, cuando se emplean como re vestimiento de carreteras, deberán llenar los requisii tos siguientes:

- a) De granulometría, de acuerdo con los método dos de prueba citados en el Capítulo (01.03. 009) del Libro 6.
- 1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite in ferior de la zona 1 y el superior de la zona 3, de la Figura Núm. 32.

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
ABERTURA EN MILIMETROS

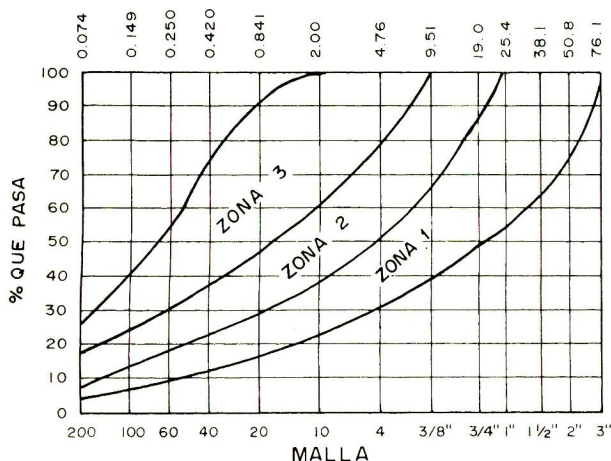


FIG. NUM. 32

- 2) La curva granulométrica deberá afectar u na forma semejante a las de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente y la relación del porcentaje en peso que pase la malla Núm. 200 al que pase la malla Núm. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65). Podrá aceptarse hasta un cin

co por ciento (5%) en volumen, de partículas de tamaño mayor de setenta y seis (76) milímetros (3") en el material transportado a la carretera, en donde deberán eliminarse.

- b) De contracción lineal, valor cementante y - valor relativo de soporte: los valores fijados en el siguiente cuadro, determinados con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal, en por ciento	6.0 Máx.	4.5 Máx.	3.0 Máx.
Valor cementante para materiales angulosos, en kg/cm ²	5.5 Mín.	4.5 Mín.	3.5 Mín.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos, en kg/cm ²	8.0 Mín.	6.5 Mín.	5.0 Mín.
Valor relativo de soporte estándar saturado, en por ciento	30 Mín.	30 Mín.	30 Mín.

Cuando la curva granulométrica del material se aloje en dos (2) o más zonas, en la parte correspondiente a las fracciones comprendidas entre las mallas Núms. 40 y 200, la - contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla Núm. 200 sea menor de quince por ciento (15%) en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se aloje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

- c) De grado de compactación. Estos materiales,

en cada caso se compactarán al grado que fije el proyecto.

009-C.02 Los materiales que se mencionan en los párrafos a), b) y c) del inciso (009-B.01) de este Capítulo, cuando se empleen para sub-base en pavimento flexible de carreteras o aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:

**ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
ABERTURA EN MILIMETROS**

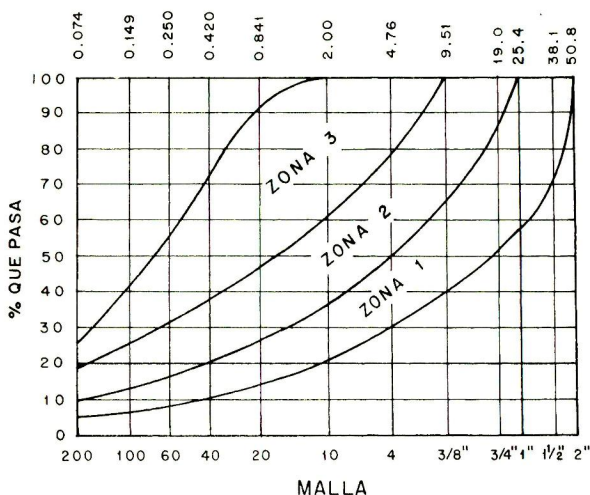


FIG. NUM. 33

a) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3 de la Figura Núm. 33 y deberá afectar una forma semejante a las de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente. La relación del porcentaje en peso que pase la malla

Núm. 200 al que pase la malla Núm. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65):

2) El tamaño máximo de las partículas del material no deberá ser mayor de cincuenta y un (51) milímetros (2").

b) De contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte y equivalente de arena, los valores fijados en el siguiente cuadro, determinados con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009), del Libro 6.

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal, en por ciento	6.0 Máx.	4.5 Máx.	3.0 Máx.
Valor cementante para materiales angulosos en kg/cm ²	3.5 Mín.	3.0 Mín.	2.5 Mín.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos en kg/cm ²	5.5 Mín.	4.5 Mín.	3.5 Mín.
Valor relativo de soporte estándar saturado, en por ciento	50 Mín.	50 Mín.	50 Mín.
Equivalente de arena, en por ciento	20 Mín. (tentativo)		

Cuando la curva granulométrica del material se aloje en dos (2) zonas, en la parte correspondiente a la fracción comprendida entre las mallas Núms. 40 y 200, la contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla Núm. 200 sea menor de quince por ciento (15%), en cuyo caso la zona considerada será aquella en

la que se aloje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

- c) De grado de compactación en la carretera o aeropista. El material deberá compactarse a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

009-C.03 Los materiales clasificados en el grupo d) del inciso (009-C.01), que predominantemente contengan partículas que pasen la malla Núm. 4 (más del 70%), para formar sub-bases de pavimento flexible, deberán llenar los siguientes requisitos:

- a) Los materiales que acusen valores para la contracción lineal y el equivalente de arena fuera de los límites señalados en el inciso (009-C.02), de este Capítulo, pueden utilizarse como sub-bases de pavimento, si una vez estabilizados con algún material asfáltico, satisfacen los requisitos siguientes de valor de estabilidad, expansión y absorción, determinados según los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, (Prueba Hubbard Field Modificada, para estabilizaciones);

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1) Valor de estabilidad..... | 180 kg mínimo
(Tentativo) |
| 2) Expansión..... | 2% máximo
(Tentativo) |
| 3) Absorción..... | 5% máximo
(Tentativo) |

- b) Los materiales no plásticos, como las arenas, pueden emplearse como sub-bases de pavimento, si una vez estabilizados con un ma

terial asfáltico, satisfacen el requisito siguiente de valor soporte Florida modificado (para emplearse en obras localizadas en zonas de climas cálidos), determinado según el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6..... 65 kg mínimo (Tentativo)

- c) De afinidad, de acuerdo con lo que fije en cada caso el proyecto.
- d) Los materiales asfálticos que se empleen en estabilizaciones de suelos, deberán cumplir con las normas fijadas en el Capítulo (01.03.011) de este Libro 4.
- e) De grado de compactación en la carretera o aeropista. Los materiales indicados en los párrafos a) y b) de este inciso, deberán compactarse a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo, de su peso volumétrico máximo, obtenido de la mezcla asfáltica, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

009-C.04 Los materiales clasificados en el Grupo e) del inciso (009-B.01), para formar sub-bases de pavimento, deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- a) En las estabilizaciones de materiales para sub-bases de tipo flexible (suelo modificado), que son aquéllas en las que se mezclan el material pétreo con pequeñas cantidades de cemento Portland o de cemento Portland mezclado con puzolana, cuyo objeto es disminuir la plasticidad del material por estabilizar:
 - 1) El material por estabilizar no deberá con tener una cantidad de materia orgánica ma

yor de tres por ciento (3%), determinada por el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

2) Los materiales estabilizados, una vez analizados de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6, deberán satisfacer las normas establecidas en el inciso (009-C.02) de este Capítulo.

3) Los materiales ya estabilizados, deberán compactarse en la carretera o aeropista a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo, de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

b) En las estabilizaciones de materiales para sub-bases de tipo rígido (suelo-cemento) en cada caso particular el proyecto y/c la Secretaría fijarán las normas de calidad que deberán cumplirse.

c) El cemento Portland que se utilice para estabilizar estos materiales deberá satisfacer los requisitos indicados en las cláusulas (004-B, 004-C ó 004-D) de este Libro.

d) Las puzolanas que se usen para la estabilización de estos materiales deberán satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-J) de este Libro o los que, en cada caso, fije el proyecto.

e) El agua que se use deberá satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-G) - de este Libro o los que, en cada caso fije el proyecto y/o determine la Secretaría.

009-C.05 Los materiales clasificados en el grupo f)

del inciso (009-B.01) de este Libro, para formar sub-bases de pavimento, deberán llenar los siguientes requisitos:

- a) Para material antes de estabilizarse:
 - 1) Índice plástico, determinado según los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

45 máximo
10 mínimo
 - 2) Límite líquido, determinado según los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

45 máximo

 - 3) Contenido de materia orgánica; determinado por el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

3% máximo

- b) Para material estabilizado con cal hidratada, con una mezcla de cal hidratada y puzolana o con una mezcla de cemento Portland y cal hidratada, se deberán satisfacer los que correspondan de los requisitos indicados en el inciso (009-C.02), de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.
- c) La cal hidratada que se emplee para estabilizaciones deberá reunir los requisitos indicados en la cláusula (003-D) de este Libro.
- d) Las puzolanas que se utilicen para la estabilización de estos materiales, deberán satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-J) de este Libro o los que, en cada caso, fije el proyecto.
- e) El cemento Portland que se utilice para estabilizaciones deberá reunir los requisitos

indicados en las cláusulas (004-B, 004-C ó 004-D) de este Libro.

- f) Los materiales una vez estabilizados, deberán compactarse en la carretera o aeropista a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo, de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

009-C.06 Los materiales que se mencionan en los párrafos a), b) y c) del inciso (009-B.01) de este Capítulo, cuando se empleen para bases en pavimentos flexibles en carreteras o aeropistas y para sub-bases en pavimentos rígidos para aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:

- a) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.
- 1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 3 de la Figura Núm. 33. Preferentemente, deberán emplearse materiales cuya curva granulométrica se localice en las zonas 1 ó 2.
 - 2) La curva granulométrica deberá afectar una forma semejante a las de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente y la relación del porcentaje en peso que pase la malla Núm. 200 al que pase la malla Núm. 40 no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65).
 - 3) El tamaño máximo de las partículas de material no deberá ser mayor de cincuenta

(50) milímetros (2") para el material correspondiente al grupo a) o de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2") para el material correspondiente al grupo b), ambos del inciso (009-B.01) de este Capítulo.

- b) De límite líquido, contracción lineal y valor cementante, los fijados en el cuadro siguiente, determinados de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Límite líquido, en por ciento	30 Máx.	30 Mí.	30 Máx.
Contracción lineal, en por ciento	4.5 Máx.	3.5 Máx.	2.0 Máx.
Valor cementante, para materiales angulosos, en kg/cm ²	3.5 Mín.	3.0 Mín.	2.5 Mín.
Valor cementante, para materiales redondeados y lisos, en kg/cm ²	5.5 Mín.	4.5 Mín.	3.5 Mín.

Cuando la curva granulométrica del material se aloje en dos o más zonas, en la parte correspondiente a las fracciones comprendidas entre las mallas Núms. 40 y 200, la contracción lineal deberá considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva; excepto - cuando la fracción que pase la malla Núm. 200 sea menor de quince por ciento (15%), en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se aloje la mayor longitud de la totalidad de la curva.

- c) De valor relativo de soporte estandar, equi

valente de arena e índice de durabilidad, los fijados en los cuadros que aparecen a continuación, determinados de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

1) En carreteras:

INTENSIDAD DE TRANSITO EN AMBOS SENTIDOS	VALOR RELATIVO DE SOPORTE STANDARD	EQUIVALENTE DE ARENA (TENTATIVO)	INDICE DE DURABILIDAD (TENTATIVO)
Hasta 1000 vehículos pesados al día	80 Mín.	30 Mín.	35 Mín.
Más de 1000 vehículos pesados al día	100 Mín.	50 Mín.	40 Mín.

Los vehículos pesados incluyen los autobuses y los camiones en todos sus tipos.

2) En aeropistas:

PESO TOTAL DE LA AERONAVE	VALOR RELATIVO DE SOPORTE STANDARD	EQUIVALENTE DE ARENA (TENTATIVO)	INDICE DE DURABILIDAD (TENTATIVO)
Hasta 20 toneladas	80 Mín.	35 Mín.	35 Mín.
Más de 20 toneladas	100 Mín.	50 Mín.	40 Mín.

d) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con lo fijado en la tabla LXXXVIII.

e) De grado de compactación en la carretera o aeropista. El material deberá compactarse al noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009), del Libro 6.

009-C.07 Los materiales clasificados en el grupo d) del inciso (009-B.01), que contengan predominantemente partículas que pasen por la malla Núm. 4 (más del 70%), cuando se empleen para bases en pavimentos flexibles en carreteras de tránsito menor de mil (1000) vehículos pesados diarios y para sub-bases en pavimentos rígidos para aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:

a) Los materiales que acusen un valor para la contracción lineal mayor de los límites señalados en el inciso (009-C.06) de este Capítulo, pueden utilizarse como base de pavimento, si una vez estabilizados con algún material asfáltico, satisfacen los requisitos siguientes de valor de estabilidad, expansión y absorción, determinados según los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, (Prueba Hubbard Field Modificada, para estabilizaciones):

1) Valor de estabilidad..... 180 kg mínimo
(Tentativo)

2) Expansión..... 2% máximo
(Tentativo)

3) Absorción..... 5% máximo
(Tentativo)

b) Los materiales no plásticos, como las arenas, pueden emplearse como bases de pavimento, si una vez estabilizados con un material asfáltico, satisfacen el requisito siguiente de valor soporte Florida modificado (para emplearse en obras localizadas en zonas de climas cálidos) determinado según el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6..... 65 kg mínimo
(Tentativo)

c) De grado de compactación en la carretera o aeropista. La mezcla asfáltica elaborada - con los materiales indicados en los párra

fos a) y b) de este Inciso, deberá compactarse a noventa y cinco por ciento (95%, mínimo, de su peso volumétrico máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

- d) Los materiales asfálticos que se empleen en las mezclas para base indicadas en los párrafos a) y b) de este Inciso deberán cumplir con las normas fijadas en el Capítulo (01.03.011) de este Libro.

009-C.08 Los materiales clasificados en el grupo e), del inciso (009-B.01) de este Capítulo, cuando se empleen para bases en pavimentos en carreteras o aeropistas y para sub-bases de losas de concreto hidráulico en aeropistas, deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- a) En las estabilizaciones de materiales para bases de tipo flexible (suelo modificado), que son aquellas en las que se mezcla el material pétreo con pequeñas cantidades de cemento Portland o de cemento Portland mezclado con puzolanas, cuyo objeto es disminuir la plasticidad del material por estabilizar:
 - 1) El material por estabilizar no deberá contener una cantidad de materia orgánica mayor de tres por ciento (3%), determinada por el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.
 - 2) Los materiales estabilizados, una vez analizados de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6, deberán satisfacer las normas establecidas en el inciso (009-C.06) de este Capítulo.

- 3) Los materiales ya estabilizados, deberán compactarse en la carretera o aeropista a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo, de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será de terminada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.
- b) En las estabilizaciones de materiales para bases de tipo rígido (suelo-cemento), en cada caso particular el proyecto y/o la Secretaría fijarán las normas de calidad que deberán cumplirse.
- c) El cemento Portland que se utilice para estabilizaciones deberá satisfacer los requisitos indicados en las cláusulas (004-B, 004-C y 004-D) de este Libro.
- d) La puzolana que se utilicen para la estabilización de estos materiales, deberán satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-J) de este Libro o los que, en cada caso, indique el proyecto.
- e) El agua que se use deberá satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-G) de este Libro o los que, en cada caso, indique el proyecto.

009-C.09 Los materiales clasificados en el grupo f) del inciso (009-B.01) de este Capítulo, cuando se empleen para bases en pavimentos de carreteras o aeropistas y para sub-bases de losas de concreto hidráulico en aeropistas, deberán llenar los requisitos siguientes:

- a) Para material antes de estabilizarse:
 - 1) Índice plástico, determinado según los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01. 45 máximo

- 03.009) del Libro 6. 10 mínimo
- 2) Límite líquido, determinado según los métodos de prueba descritos en el Capítulo - (01.03.009) del Libro 6. 45 máximo
- 3) Contenido de materia orgánica, determinado por el método de prueba citado en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6. 3% máximo
- b) Para material estabilizado con cal hidratada, con una mezcla de cal hidratada y puzolana o con una mezcla de cemento Portland y cal hidratada, se deberán satisfacer los que correspondan de los indicados en el inciso (009-C.06) de este Capítulo, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.
- c) La cal hidratada que se emplee para estabilizaciones, deberá reunir los indicados en la Cláusula (003-D) de esta Parte.
- d) Las puzolanas que se utilicen para la estabilización de estos materiales, deberán satisfacer los requisitos indicados en la cláusula (004-J) de esta Parte o los que, en cada caso, fije el proyecto.
- e) El cemento Portland que se utilice para estabilizaciones, deberá satisfacer los requisitos indicados en las Cláusulas (004-B, 004-C ó 004-D) de esta Parte.
- f) Los materiales una vez estabilizados, deberán compactarse en la carretera o aeropista a noventa y cinco por ciento (95%) mínimo, de su peso volumétrico seco máximo, salvo que el proyecto fije un grado diferente de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de -

prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

009-C.10 Los materiales clasificados en el grupo d) del inciso (009-B.01) de este Capítulo, pueden emplearse para la construcción de bases asfálticas y/o capas de renivelación, ambas también llamadas bases negras; además, se pueden emplear para bacheos. En todos estos casos los materiales pétreos deberán reunir los requisitos siguientes:

a) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6:

1) La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 2, preferentemente dentro de la zona 1, de la Figura Núm. 34.

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

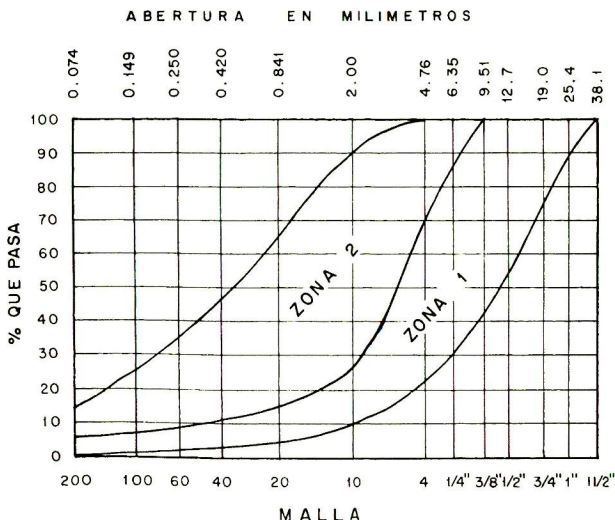


FIG. NUM. 34

2) La curva granulométrica deberá afectar u

na forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, por lo menos en dos terceras (2/3) partes de su longitud, sin presentar cambios bruscos de pendiente.

- 3) El tamaño máximo de las partículas del material no deberá ser mayor de treinta y ocho (38) milímetros (1 1/2") ni de dos tercios (2/3) del espesor compacto de la capa de base o de renivelación.
- b) De contracción lineal, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6. 3% máximo.
- c) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con lo fijado en la tabla LXXXVIII.
- d) Desgaste Los Angeles, determinado de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6. 45% máx.
- e) La mezcla cuando se elabore con cemento asfáltico deberá cumplir con lo indicado en el párrafo (011-D.03.a) de esta Parte y además con las normas siguientes:
 - 1) Tolerancia del contenido de asfalto con respecto al por ciento de proyecto, en peso..... ± 5%
 - 2) Contenido de agua libre permitido, con respecto al peso de la mezcla, máximo..... 1%
 - 3) Deberá tenderse y compactarse a las temperaturas indicadas en los incisos (01.03.081-F.12 y 01.03.081-F.15), respectivamente del Libro 3.
 - 4) Deberá compactarse al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo, salvo que el proyecto fije otro grado de compactación. La compactación será de

terminada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

f) La mezcla cuando se elabore con asfaltos rebajados o con emulsiones, deberá cumplir con lo indicado en los párrafos (011-D.03.b ó 011-D.03.c) de esta Parte y además con las normas siguientes:

- 1) Tolerancia del contenido de cemento asfáltico con respecto al por ciento de proyecto, en peso..... $\pm$ 10%
- 2) Contenido de agua libre permisible con respecto al peso de la mezcla (sólo para el caso de asfaltos rebajados), máximo..... 1%
- 3) La relación de disolventes a cemento asfáltico, en peso (valor K), para asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas con disolventes, estará comprendida entre cinco y ocho centésimos (0.05 - 0.08).
- 4) Deberán compactarse al noventa y cinco - por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo, salvo que el proyecto fije otro grado de compactación. La compactación será determinada mediante uno (1) de los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6.

CAPITULO 4.01.03.010

MATERIALES PETREOS PARA CARPETAS, MEZCLAS ASFALTICAS Y RIEGOS DE SELLO

010-A DEFINICION

010-A.01 Son los materiales pétreos seleccionados que, aglutinados con un material asfáltico, se emplean para construir carpetas o mezclas asfálticas.

010-B CLASIFICACION

010-B.01 Los materiales pétreos se clasifican en:

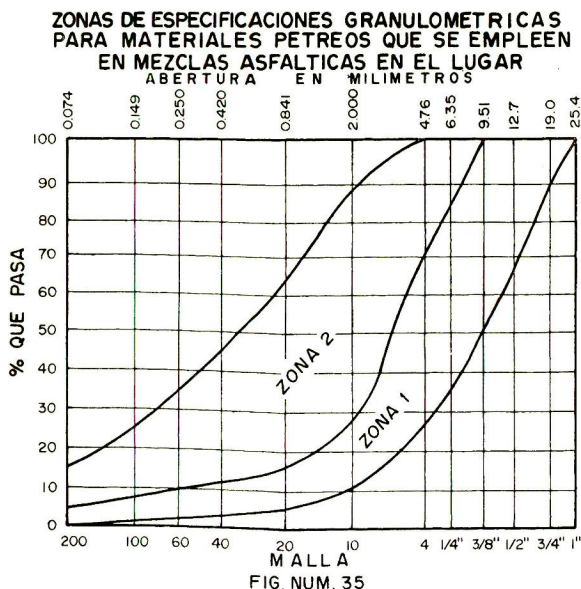
- a) Materiales naturales que requieran uno o varios de los tratamientos indicados a continuación: disgregación, cribado, trituración y cribado, y lavado.
- b) Mezclas de dos (2) o más materiales del grupo anterior.

010-C NORMAS DE MATERIALES

010-C.01 Los materiales pétreos para carpetas asfálticas, elaboradas por los sistemas de mezcla en el lugar y en planta estacionaria, deberán satisfacer las siguientes normas:

- a) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6.
 - 1) La curva granulométrica del material pétreo para mezclas en el lugar, deberá cumplir con lo que indique el proyecto en cada caso y, en términos generales, deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el límite superior de la zona 2, de la Figura Núm. 35. La zona 1, corresponde a materiales pétreos de granulometría gruesa y la zona 2, a los materiales pétreos de granulometría fina. La

curva granulométrica del material pétreo, deberá afectar una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, por lo menos en las dos terceras ($2/3$) partes de su longitud, sin presentar cambios bruscos de pendiente.



- 2) La curva granulométrica del material pétreo para concretos asfálticos, en términos generales deberá quedar comprendida en la zona limitada por las dos curvas de la Figura Núm. 36. En cada caso el proyecto señalará la granulometría correspondiente, de acuerdo con los requisitos fijados en el diseño de la mezcla. La granulometría del material cumple con los requisitos de proyecto, si es

tá dentro de las siguientes tolerancias:

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA, POR CIENTO EN PESO DEL MATERIAL PETREO
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
Correspondiente al tamaño máximo	4.76 mm (Núm. 4)	+ 5
4.76 mm (Núm. 4)	2.00 mm (Núm. 10)	+ 4
2.00 mm (Núm. 10)	0.420 mm (Núm. 40)	+ 3
0.420 mm (Núm. 40)	0.074 mm (Núm. 200)	+ 1
0.074 mm (Núm. 200)		+ 1

**ZONA DE ESPECIFICACION GRANULOMETRICA
PARA MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEEN
EN CONCRETOS ASFALTICOS**

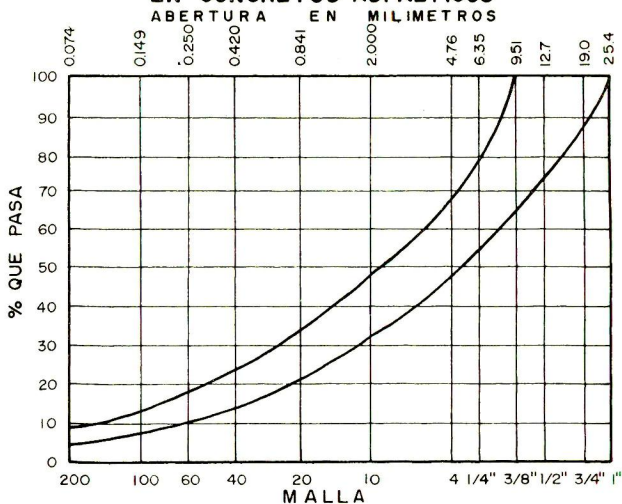


FIG. NUM. 36

b) De contracción lineal, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6.

- 1) Cuando la curva granulométrica del material pétreo para mezcla en el lugar, quede ubicada en la zona 1, de la Figura Núm. 35..... 3% máximo

- 2) Cuando la curva granulométrica del material pétreo para mezcla en el lugar, quede ubicada en la zona 2, de la Figura Núm. 35..... 2% máximo
 - 3) Material pétreo para concretos asfálticos..... 2% máximo
 - c) De desgaste Los Angeles, para cualquier tipo de material pétreo, de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 40% máximo
 - d) De forma de las partículas, partículas alargadas y/o en forma de laja, determinada con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 35% máximo
 - e) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6, deberá cumplir con lo fijado en la Tabla LXXXVIII.
 - f) Equivalente de arena, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 55% mínimo
- 010-C.02 Los materiales pétreos para carpetas asfálticas por el sistema de riegos (tratamientos superficiales) y para riegos de sello, deberán satisfacer los siguientes requisitos:
- a) De granulometría, determinada de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6, según la Tabla LXXXVII.
 - b) De desgaste Los Angeles, de

ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS PARA MATERIALES PETREOS QUE
SE EMPLEEN EN CARPETAS ASFALTICAS POR EL SISTEMA DE RIEGOS O
PARA RIEGOS DE SELLO

DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO	POR CIENTO QUE PASA LA MALLA							
	32.0 mm (1 1/4")	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.7 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	4.76 mm (No.4)	2.38 mm (No.8)
1	100	95 Mín.		5 Máx.		0		0.420 mm (No.40)
2			100	95 Mín.	95 Mín.	5 Máx.		0
3-A				100	100			5 Máx.
3-B					100	95 Mín.		5 Máx.
3-E				100	95 Mín.		5 Máx.	0

- acuerdo con los métodos de -
prueba descritos en el Capítu
lo (01.03.010) del Libro 6.... 30% máximo
- c) De intemperismo acelerado, de
acuerdo con los métodos de -
prueba descritos en el Capítu
lo (01.03.010) del Libro 6.... 12% máximo
- d) De forma de las partículas, par
tículas alargadas y/o en forma
de laja, determinada con los
métodos de prueba descritos en
el Capítulo (01.03.010) del Li
bro 6..... 35% máximo
- e) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con
los métodos de prueba descritos en el Capí
tulo (01.03.010) del Libro 6, deberá cumplir
con lo indicado en la Tabla LXXXVIII.

010-C.03 Los materiales pétreos empleados en la cons
trucción de morteros asfálticos, deberán satisfacer los
siguientes requisitos:

- a) De granulometría, determinada de acuerdo con
los métodos de prueba citados en el Capítu
lo (01.03.010) del Libro 6, el material de
berá cumplir con lo que fije el proyecto en
cada caso y, en términos generales la curva
granulométrica deberá quedar comprendida -
dentro de la zona limitada por las dos (2)
curvas de la Figura Núm. 37.
- b) De contracción lineal, de acuer
do con los métodos de prueba
citados en el Capítulo (01.03.
010) del Libro 6..... 2% máximo
- c) De equivalente de arena, de a
cuerdo con los métodos de prue
ba citados en el Capítulo (01.
03.010) del Libro 6..... 40% mínimo
(Tentativo)

**ZONA DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
PARA MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEEN
EN MORTEROS ASFALTICOS**

ABERTURA EN MILIMETROS

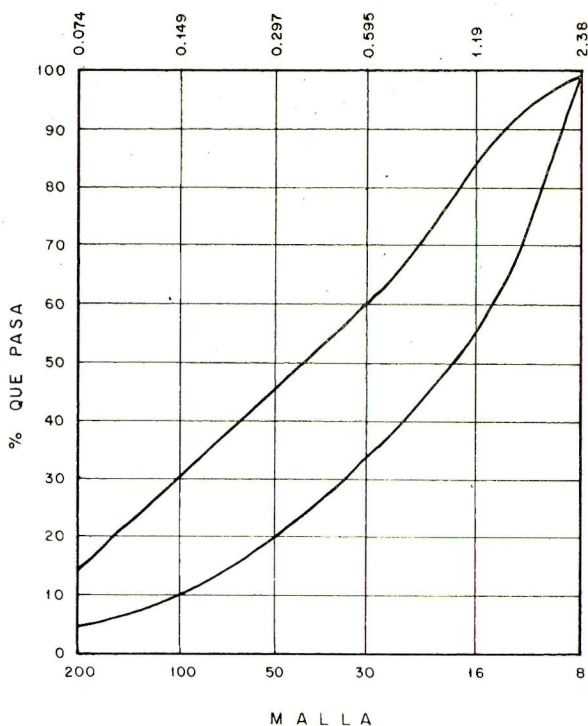


FIG. NUM. 37

- d) De desgaste, determinado de acuerdo con el método de prueba de abrasión en húmedo, descrito en el Capítulo (01.03.010), del Libro 6..... 10% máximo (Tentativo)

- e) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6, deberá cumplir con lo indicado en la Tabla LXXXVIII.

010-C.04 Los materiales pétreos empleados en la construcción de guarniciones de concreto asfáltico, deberán reunir las normas siguientes:

- a) De granulometría, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro, el material deberá cumplir con lo que fije el proyecto. En términos generales la curva granulométrica, deberá que dar comprendida dentro de la zona limitada por las dos (2) curvas de la Figura Núm. 38 y, además, será aproximadamente paralela a una (1) de las curvas que delimitan la zona.

**ZONA DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
PARA MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEEN
EN GUARNICIONES ASFALTICAS**

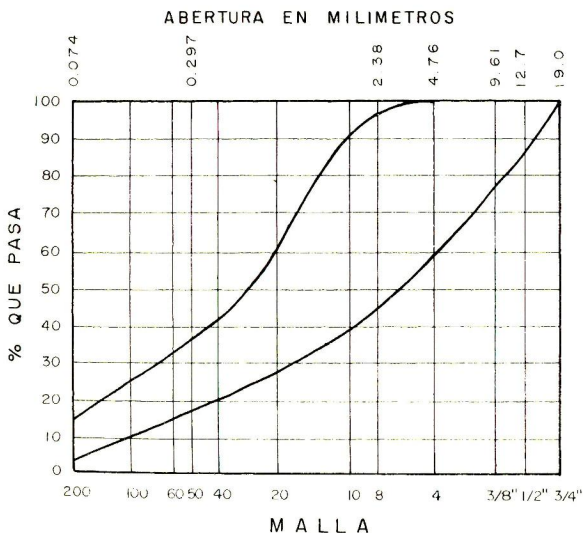


FIG. NUM. 38

- b) De contracción lineal, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 2% máximo
- c) De desgaste Los Angeles, de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 40% máximo
- d) De afinidad con el asfalto, de acuerdo con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6, deberá cumplir con la Tabla LXXXVIII.
- e) De equivalente de arena, de acuerdo con los métodos de prueba citados en el Capítulo (01.03.010) del Libro 6..... 40% mínimo
(Tentativo)

TABLA LXXXVIII REQUISITOS DE AFINIDAD DE LOS MATERIALES PETREOS.

Prueba	Desprendimiento por fricción % (1)	Cubrimiento con asfalto Método Inglés % (2)	Desprendimiento de película % (3)	Pérdida de estabilidad por inmersión en agua % (4)	REQUISITOS DE ACEPTACION
Capa de pavimento					
Sub-base de pavimento rígido, no estabilizada o estabilizada con materiales no asfálticos	...	90 Min.	25 Máx.	...	Que cumpla cuando menos con una (1) de las pruebas marcadas.
Sub-base de pavimento rígido, estabilizada con materiales asfálticos.	25 Máx.	90 Min.	25 Máx.	25 Máx.	Que cumpla cuando menos con una (1) de las pruebas marcadas.
Base de pavimento flexible no estabilizada o estabilizada con materiales no asfálticos.	25 Máx.	90 Min.	25 Máx.	...	Que cumpla cuando menos dos (2) de las pruebas marcadas.
Base de pavimento flexible estabilizada con materiales asfálticos.	25 Máx.	90 Min.	25 Máx.	25 Máx.	Que cumpla cuando menos con dos (2) de las pruebas marcadas.
Carpetas y bases asfálticas (mezcla en el lugar y plantas estacionarias).	25 Máx.	90 Min.	...	25 Máx.	Que cumpla cuando menos con dos (2) de las pruebas marcadas.
Carpetas asfálticas por el sistema de riegos.	25 Máx.	90 Min.	...	...	Que cumpla con los dos (2) pruebas marcadas.
Morteros asfálticos	25 Máx.	...	...	...	Que cumpla con la prueba marcada.
Guarniciones asfálticas	...	...	25 Máx.	25 Máx.	Que cumpla cuando menos con una (1) de las pruebas marcadas.

Nota: Los valores anteriores son tentativos.

CAPITULO 4.01.03.011
MATERIALES ASFALTICOS, SUS ADITIVOS
Y MEZCLAS ASFALTICAS

011-A CONTENIDO

011-A.01 En este Capítulo se tratan los materiales asfálticos, sus aditivos y las mezclas asfálticas para pavimentación.

011-B MATERIALES ASFALTICOS

011-B.01 El asfalto es un material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades aglutinantes y que se licúa gradualmente al calentarse. El asfalto está constituido, principalmente, por asfaltenos, resinas y aceites; estos constituyentes le dan al asfalto sus características de consistencia, poder de aglutinación y ductilidad.

011-B.02 Los materiales asfálticos son los siguientes:

- a) Cementos asfálticos, que son los asfaltos obtenidos por un proceso de destilación del petróleo para eliminar a éste sus solventes volátiles y parte de los aceites. Sus penetraciones, obtenidas por el método de prueba descrito en el Capítulo (01.03.011) del Libro 6, varían generalmente entre 40 y 300 grados.
- b) Asfaltos rebajados de fraguado rápido, que son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cimento asfáltico y un disolvente de tipo de la nafta o gasolina.

- c) Asfaltos rebajados de fraguado medio, que son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo del queroseno.
- d) Asfaltos rebajados, de fraguado lento que son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente de baja volatilidad o aceite ligero.
- e) Emulsiones asfálticas, que son los materiales asfálticos líquidos estables, formados por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua por pequeños glóbulos de asfalto. Dependiendo del agente emulsificante, las emulsiones asfálticas pueden ser aniónicas, si los glóbulos de asfalto tienen carga electronegativa o catiónicas, si los glóbulos asfálticos tienen carga electropositiva. Las emulsiones asfálticas pueden ser de rompimiento rápido, medio y lento.

011-B.03 Los materiales asfálticos se emplean para aglutinar los materiales pétreos empleados en la elaboración de carpetas y de sub-bases y bases estabilizadas; además, para ligar ò unir tales capas entre sí. También se utilizan para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como las auxiliares para el drenaje.

011-B.04 Los materiales asfálticos deberán satisfacer las características que a continuación se indican, determinadas todas ellas con los métodos de prueba descritos en el Capítulo (01.03.011) del Libro 6.

a) Cementos Asfálticos

C A R A C T E R I S T I C A S	CEMENTO ASFALTICO			
	No. 3	No. 6	No. 7	No. 8
Penetración, 100 gr., 5 seg., 25°C, grados	180-200	80-100	60-70	40-50
Viscosidad Saybolt-Furol:				
A 135°C, s, mínimo.....	60	85	100	120
Punto de inflamación (copa abierta de - Cleveland), °C mínimo.....	220	232	232	232
Punto de reblandecimiento, °C.....	37-43	45-52	48-56	52-60
Ductilidad, 25°C, mínimo.....	60	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	99.5	99.5	99.5	99.5
Prueba de la película delgada, 50 cm ³ , 5 h, 163°C:				
Penetración retenida, por ciento, míni- mo.....	40	50	54	58
Pérdida por calentamiento, por ciento, máximo.....	1.4	1.0	0.8	0.8

b) Asfaltos rebajados de fraguado rápido

C A R A C T E R I S T I C A S	G R A D O				
	FR-0	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag), °C mínimo			27	27	27
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos.....	75-150	75-150	100-200	250-500	125-250
A 50°C, segundos.....					
A 60°C, segundos.....					
A 82°C, segundos.....					
Destilación: Por ciento del total destilado a 360°C					
Hasta 190°C, mínimo.....	15	10	40	25	8
Hasta 225°C, mínimo.....	55	50	65	55	40
Hasta 260°C, mínimo.....	75	70	87	83	80
Hasta 315°C, mínimo.....	90	88			
Residuo de la destilación a 360°C.					
Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo.....	50	60	67	73	78
Agua por destilación, por ciento, máximo.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración, grados.....	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Ductilidad en centímetros, mínimo..	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

c) Asfaltos rebajados de fraguado medio

C A R A C T E R I S T I C A S	G R A D O				
	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa - abierta de Tag), °C, mínimo	38	38	66	66	66
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos.....	75-150	75-150	100-200	250-500	125-250
A 50°C, segundos.....					
A 60°C, segundos.....					
A 82°C, segundos.....					
Destilación: por ciento del total destilado a 360°C.					
Hasta 225°C, máximo.....	25	20	10	5	0
Hasta 260°C,	40-70	25-65	15-55	5-40	30 Máx.
Hasta 315°C,	75-93	70-90	60-87	55-85	40-80
Residuo de la destilación a 360°C.					
Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo.....	50	60	67	73	78
Agua por destilación, por ciento, máximo.....	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración, grados.....	120-300	120-300	120-300	120-300	120-300
Ductilidad en centímetros, mínimo..	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

d) Asfaltos rebajados de fraguado lento

C A R A C T E R I S T I C A S	G R A D O				
	FL-0	FL-1	FL-2	FL-3	FL-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de Inflamación (copa abierta de Cleveland), °C, mínimo.....	66	66	80	93	107
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos.....	75-150	75-150	100-200	250-500	125-250
A 50°C, segundos.....					
A 60°C, segundos.....					
A 82°C, segundos.....					
Destilación: Destilado total a 360°C, por ciento en volumen.....	15-40	10-30	5-25	2-15	10 Máx.
Agua por destilación, por ciento máximo.....	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Residuo asfáltico de 100 grados de penetración, por ciento mínimo.....	40	50	60	70	75
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Flotación en el residuo de la destilación a 25°C, segundos.....	15-100	20-100	25-100	50-125	60-150
Ductilidad del residuo asfáltico de 100 grados de penetración, 25°C, cm. mínimo.....	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento mínimo.....	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

e) Emulsiones asfálticas aniónicas

C A R A C T E R I S T I C A S	G R A D O				
	ROMPIMIENTO RAPIDO		ROMPIMIENTO MEDIO	ROMPIMIENTO LENTO	
	RR-1	RR-2	RM-2	RL-1	RL-2
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C, segundos	20-100	75-400	100 Mín.	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C, segundos					
Residuo de la destilación, por ciento en peso, mínimo.....	57	62	62	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento, máximo.....	3	3	3	3	3
Demulsibilidad:					
35 ml de 0.02N CaCl2, por ciento mínimo.	60	50			
50 ml de 0.10N CaCl2, por ciento máximo.			30		
Retenido en la Malla No. 20, por ciento, máximo.....	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Miscibilidad con cemento Portland, por ciento, máximo.....				2.0	2.0
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
penetración, 25°C, 100 g, 5 segundos, grados.....	100-200	100-200	100-200	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5
Ductilidad, 25°C, cm., mínimo.....	40	40	40	40	40

NOTA: La viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más de treinta por ciento (30%) al bajar su temperatura de veinte grados centígrados (20°C) a diez grados centígrados (10°C), ni bajar más de treinta por ciento (30%) al subir su temperatura de veinte grados centígrados (20°C) a cuarenta grados centígrados (40°C).

f) Emulsiones asfálticas catiónicas

CARACTERÍSTICAS	G R A D O			
	ROMPIMIENTO RAPIDO		ROMPIMIENTO MEDIO	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO				
Viscosidad Saybolt-Furol, 25°C, segundos.....	20-100	100-400	50-500	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol, 50°C, segundos.....	60	65	60	57
Residuo de la destilación, por ciento en peso, mínimo.....	5	5	5	5
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento, máximo.....	0.10	0.10	0.10	0.10
Retenido en la malla No. 20, por ciento, máximo.....				
Cubrimiento del agregado (en condiciones de trabajo). Prueba de resistencia al agua:				
Agregado seco, por ciento de cubrimiento, mínimo.....			80	80
Agregado húmedo, por ciento de cubrimiento, mínimo.....			60	60
Miscibilidad con cemento Portland, por ciento, máximo.....				
Carga de la partícula.....	Positiva	Positiva	Positiva	2
pH máximo.....				6.7
Disolvente en volumen, por ciento, máximo.....	3	3	20	12

C A R A C T E R I S T I C A S	G R A D O					
	ROMPIMIENTO RAPIDO		ROMPIMIENTO MEDIO		ROMPIMIENTO LENTO	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION						
Penetración, 25°C, 100 g, 5 segundos, grados.....	100-250	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	97	97	97	97	97	97
Ductilidad, 25°C, cm, mínimo.....	40	40	40	40	40	40

NOTA: La viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más de treinta por ciento (30%) al bajar su temperatura de veinte grados centígrados (20°C) a diez grados centígrados (10°C), ni bajar más de treinta por ciento (30%) al subir su temperatura de veinte grados centígrados (20°C) a cuarenta grados centígrados (40°C).

011-C ADITIVOS PARA MEJORAR LA ADHERENCIA ENTRE EL AGREGADO PÉTREO Y LOS MATERIALES ASFÁLTICOS.

011-C.01 Para mejorar las características de adherencia entre el agregado pétreo y los materiales asfálticos, se pueden emplear aditivos para que produzcan una actividad superficial iónica, por la que tiendan a incrementar la adherencia en la interfase entre el agregado pétreo y el material asfáltico, conservándola aún en presencia del agua. Estos aditivos, por lo general, se aplican directamente al material asfáltico, antes de mezclar éste con el agregado pétreo.

011-C.02 El empleo de los aditivos está condicionado al resultado obtenido en las pruebas de afinidad del agregado pétreo con los materiales asfálticos, descritas en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6. Las concentraciones en que se empleen dichos aditivos serán las adecuadas para satisfacer las características a que se refiere el inciso (010-C.05), de afinidad con los agregados pétreos.

011-D MEZCLAS ASFÁLTICAS

011-D.01 Una mezcla asfáltica fundamentalmente es el producto obtenido mediante la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo.

011-D.02 Las mezclas asfálticas, de acuerdo con sus características y condiciones de uso a que se destinan, deberán elaborarse con los materiales asfálticos que se fijan en el siguiente cuadro:

MATERIAL ASFÁLTICO	EMPLEO RECOMENDABLE EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARPETAS Y SOBRECARPETAS	
	PARA CARRETERAS: Tránsito diario en ambos sentidos, en vehículos pesados (a)	PARA AEROPISTAS: Aviones con peso total, en toneladas (b)
Cemento asfáltico..	Más de 1000	Más de 20
Asfalto rebajado...	1000 máximo (b)	20 máximo (b)
Emulsión asfáltica con disolvente....	1000 máximo (b)	20 máximo (b)
Emulsión asfáltica sin disolvente....	1000 máximo	20 máximo

NOTA: a) Se consideran como vehículos pesados los camiones en todos sus tipos y los autobuses.

- b) El empleo de las mezclas elaboradas con asfalto rebajado o con emulsión asfáltica con disolventes, que proporcionen textura lisa, debe limitarse a casos en que se tengan condiciones climáticas y equipo que permitan efectuar el tendido y compactación de la mezcla con pocos disolventes; por esta misma razón, no deberán hacerse mezclas como las antes indicadas empleando material pétreo de graduación fina.

011-D.03 Las mezclas asfálticas deberán sujetarse a las siguientes normas:

- a) Las mezclas que se elaboren con cemento asfáltico, proyectadas de acuerdo con los procedimientos descritos en el Capítulo (01.03.009) del Libro 6, deberán cumplir, para dicho objeto, con los requisitos señalados a continuación:
 - 1) Para el procedimiento Marshall, los contenidos en la Tabla LXXXIX.
 - 2) Para el procedimiento Hveem, los contenidos en la Tabla XC.
- b) Las mezclas que se elaboren con asfaltos rebajados o emulsiones, proyectadas de acuerdo con el procedimiento de pruebas de compresión sobre cilindros sin confinar descrito en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, deberán cumplir para dicho objeto, con los requisitos fijados en la Tabla XCI.
- c) Las mezclas que se elaboren con emulsiones asfálticas que no contengan disolventes, deberán cumplir con los requisitos de estabilidad indicados en las Tablas del párrafo (011-D.03.a), de acuerdo con el procedimiento utilizado y además, con los de porcentaje de vacíos fijados en la Tabla del párrafo (011-D.03.b) de este Capítulo.

TABLA LXXXIX

CARACTERÍSTICAS	USO DE LA MEZCLA ASFALTICA ELABORADA CON CEMENTO ASFALTICO	PARA CARRETERAS		PARA AEROPISTAS
		Hasta 2000 vehí- culos pesados (a)	TRANSITO DIARIO EN AMBOS SENTIDOS Más de 2000 ve- hículos pesados (a)	
Número de golpes por cara.....		50	75	75
Estabilidad mínima, Kgs.....	Para carpetas, capas de reni- velación, bases asfálticas y ba- cheo.....	450	700	700
Flujo, en milímetros.....	Para carpetas, capas de reni- velación, bases asfálticas y ba- cheo.....	2-4.5	2-4	2-4
Por ciento de vacíos en la mezcla respecto al volumen del especí- men, (b).....	Para carpetas y mezclas de reni- velación.....	3-5	3-5	3-5
	Para bases asfálticas.....	3-8	3-8	3-8
Por ciento de vacíos en el agrega- do mineral (VAM), respecto al vo- lumen del espécimen de mezcla, de acuerdo con el tamaño máximo del material pétreo, mínimo, (b).....	4.76 mm (No.4) 6.35 mm (1/4") 9.51 mm (3/8") 12.7 mm (1/2") 19.0 mm (3/4") 25.4 mm (1")	18 17 16 15 14 13	18 17 16 15 14 13	18 17 16 15 14 13

a) Se consideran como vehículos pesados los camiones en todos sus tipos y los autobuses.

b) Los por cientos de vacíos de la mezcla y del material pétreo, respecto al volumen del espécimen, deberán determinarse de acuerdo con el procedimiento descrito en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6.

TABLA XC

CARACTERISTICAS	PARA CARRETERAS		PARA AEROPISTAS	
	Tránsito diario en ambos sentidos. En vehículos pesados (a)		Aviones con peso total, en toneladas	
	De 1000 a 2000	Más de 2000	Hasta 20	Más de 20
Valor del establecimiento, mínimo....	35	37	37	40
Expansión en mm. - máxima.....	0.76	0.76	0.76	0.76
Por ciento de vacíos en la mezcla respecto al volumen del espécimen mínimo.....	4	4	4	4

a) Se consideran como vehículos pesados los camiones en todos sus tipos y los autobuses

011-D.04 Las condiciones para el uso adecuado de las mezclas asfálticas se indican a continuación:

a) Los contenidos de humedad y disolventes para el tendido y compactación de mezcla asfáltica y el contenido de cemento asfáltico, determinados de acuerdo con los procedimientos descritos en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, deberán quedar dentro de los límites fijados en el siguiente cuadro:

MATERIAL ASFALTICO EMPLEADO EN LA ELABORACION DE MEZCLAS	TOLERANCIA DEL CONTENIDO DEL CEMENTO ASFALTICO CON RESPECTO AL POR CIENTO DE PROYECTO, EN PESO	CONTENIDO DE AGUA LIBRE PERMITIDO. POR CIENTO EN PESO DE LA MEZCLA ASFALTICA	RELACION DE DISOLVENTES A CEMENTO ASFALTICO EN PESO (Valor K)
Cemento asfáltico	± 5%	1	Cero
Asfalto rebajado	± 10%	1	0.05 a 0.08
Emulsión asfáltica con disolventes	± 10%	...	0.05 a 0.08
Emulsión asfáltica sin disolventes	± 10%	...	Cero

TABLA XCI

CARACTERÍSTICAS		PARA CARRETERAS			PARA AEROPISTAS		OBSERVACIONES
		TRANSITO DIARIO EN AMBOS SENTI DOS DE VEHICULOS PESADOS (b)			PESO DE LOS AVIONES QUE OPEREN		
		Menos de 500	De 500 a 1000	Más de 1000	Hasta 20 toneladas	Mas de 20 toneladas	
Resistencia mínima en kg/cm ²	Con material de graduación gruesa o fina	2.5	4.0	En general no debe u sarse este tipo de mezclas	5 0	En general no debe usarse este tipo de mezclas	Valores Tentativos
		7	7		En general no debe usarse este tipo de mezclas		
		4	4		4		

(a) El por ciento de vacíos especificado en cada caso, deberá ser calculado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Capítulo (011) de esta Parte.

(b) Se consideraran como vehículos pesados los camiones en todos sus tipos y los autobuses.

- b) Las temperaturas de la mezcla asfáltica, para su tendido y compactación, deberán ser las que se indican en los incisos (081-F.12 ó 081-F.15) del Libro 3.
- c) Los espesores compactos de las capas, en relación con el tamaño máximo del material pétreo, deberán fijarse de acuerdo con lo que se indica en el siguiente cuadro:

Tamaño máximo del material pétreo - En mm.		Espesor compacto de las capas de carpeta - En cm.	
		Mínimo	Máximo
4.76	(No. 4).....	2.0	3.0
6.35	(1/4").....	2.0	3.5
9.52	(3/8").....	3.0	4.0
12.70	(1/2").....	3.0	5.0
19.03	(3/4").....	3.0	6.0
25.40	(1").....	4.0	7.0

NOTA: Los espesores máximos anotados, sólo son aplicables en el caso de que se utilicen mezclas con asfaltos rebajados o emulsiones con disolventes; en estos casos, cuando el proyecto señale un espesor mayor, se deberán construir dos (2) o más capas.

- d) La mezcla asfáltica deberá ser compactada al noventa y cinco por ciento (95%) mínimo de su peso volumétrico máximo, determinado en cada caso, de acuerdo con los métodos de prueba que fije la Secretaría.
- e) Las mezclas asfálticas usadas para carpetas deberán tener un valor de permeabilidad menor de diez por ciento (10%); cuando se usen para la construcción de bases y sub-bases, el proyecto indicará este valor. En estos casos el valor se determinará de acuerdo con el método descrito en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, efectuando la prueba inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

011-D.05 Para la fabricación del mortero asfáltico deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) El material pétreo deberá reunir las características indicadas en el inciso (010-C.03) del capítulo anterior.
- b) La emulsión asfáltica deberá reunir las características indicadas en los párrafos - (011-B.04.e) ó (011-B.04.f) de este Capítulo, relativas a las emulsiones de rompimiento lento.
- c) El agua que se utilice para dar la consistencia necesaria al mortero, deberá estar libre de materias extrañas y de sales solubles en cantidades que, a juicio de la Secretaría, resulten perjudiciales.
- d) El mortero asfáltico deberá cumplir con los requisitos fijados en el siguiente cuadro en cuanto a su proporcionamiento:

C O M P O N E N T E S	Por ciento, en peso (a)
Emulsión asfáltica de rompimiento lento.....	18-25
Agua para dar la consistencia necesaria a la mezcla.....	10-15

a) Por ciento con respecto al peso seco del material pétreo.

011-D.06 Las carpetas construídas por el sistema de riegos deberá tener un valor máximo de permeabilidad de diez por ciento (10%), determinado de acuerdo con el método descrito en el Capítulo (01.03.012) del Libro 6, efectuando la prueba inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

CAPITULO 4.01.04.012

PINTURAS

012-A CONTENIDO

012-A.01 En este Capítulo se establecen los requisitos que deben cumplir las pinturas para emplearse en estructuras metálicas para puentes y edificios, tanques, tubos y señales de tránsito para carreteras y aeropuertos. Asimismo, se describen los requisitos que debe cumplir la pintura para señalamiento sobre el pavimento en carreteras y aeropistas. Finalmente, se describen las características que deben reunir las microesferas de vidrio, que asociadas con la pintura, le imparten a estas propiedades reflejantes.

012-A.02 Las bases de aceptación de las pinturas y microesferas de vidrio, serán las siguientes:

- a) En las pinturas para estructuras metálicas y señales de tránsito, serán únicamente las pruebas de laboratorio, pero el proveedor o el contratista deberán garantizar el cubrimiento y apariencia de la película de pintura aplicada, durante el lapso fijado por la Secretaría.
- b) En las pinturas para señalamiento en pavimentos y salvo que la Secretaría indique otra cosa, serán las pruebas de servicio en carretera, pero se podrá juzgar provisionalmente sobre su calidad, por pruebas de laboratorio.
- c) En la microesfera de vidrio, serán las pruebas de laboratorio.

012-A.03 Las pinturas están constituidas en general por pigmento, vehículo, disolventes y aditivos; en algunos casos podrán agregarse a la pintura microesferas de vi

drio. Aunque en este Capítulo no se fija una formulación completa para las pinturas ya que su aceptación o rechazo están determinados por pruebas físicas, químicas y de servicio, para verificar los porcentajes de los elementos que fijan el comportamiento de las pinturas, la Secretaría podrá comprobar, en cualquier momento, la composición química de una pintura y rechazarla en caso de que contenga componentes en cantidad y/o calidad que se consideren perjudiciales.

012-A.04 El contratista o el proveedor debe informar oportunamente a la Secretaría sobre el uso de la pintura, así como su composición, disolventes adecuados y procedimientos de aplicación.

012-B PINTURAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SEÑALES DE TRANSITO

012-B.01 En esta cláusula se tratan los requisitos de calidad que deben reunir las pinturas para estructuras metálicas de puentes y edificios, tanques, tuberías y señales de tránsito para carreteras y aeropuertos, con el fin de proteger las superficies contra agentes corrosivos y darles una apariencia específica, en su caso.

012-B.02 En esta cláusula se tratan los siguientes tipos de pintura para estructuras y señales de tránsito:

- a) Primario, para protección anticorrosiva de las superficies base, sobre las que se aplica directamente.
- b) Acabado, para protección anticorrosiva y para otros fines, tales como decorativos, reflejantes, aislantes e informativos. Este tipo de pintura se aplica directamente sobre la superficie base o sobre una pintura de tipo primario.

012-B.03 La pintura para señales de tránsito, podrá utilizarse con la adición de esferas de vidrio, para aumentar la visibilidad de la señal al reflejar la luz.

012-B.04 El lote de pintura suministrado para estructu

TABLA XCII CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LAS PINTURAS PARA ESTRUCTURAS METALICAS Y SEÑALES DE TRANSITO

T I P O		DE ESTADO FLUIDO ANTES DE APLICARSE												EN PELICULA SECA												
USO	A BASE DE	TIEMPO DE SECADO HORAS		VISCOSIDAD	PESO ESPECIFICO	FINURA UNIDADES HEGMAN MINIMO	PODER CUBRIENTE M2/LT MINIMO	RETENIDO MALLA 325 MAXIMO %	CONTENIDO EN % DE		CONTENIDO EN % DE		AGUA LIBRE MAXIMO %	BRE A	A D H E R E N C I A		FLEXIBILIDAD	INTEMPERISMO ACELERADO NUM. HORAS	RESISTENCIA AL AMBIENTE SALINO NUM. HORAS	RESISTENCIA A AGENTES CORROSIVOS	RESISTENCIA A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA	RESISTENCIA A LA ABRASION Kg de arena/min				
		AL TACTO	DURO						PIGMENTO TOTAL	VEHICULO	VOLATILES TOTALES	SOLIDOS TOTALES (b)			METODO ASTM NIVEL EN Kg.	MINIMO %										
P R I M A R I O	M I N I O ALQUIDALICO	1/2 a 2	4 a 24	300 a 800 cps	2.1 a 2.4	5	1.6	1.5	67.0 MINIMO	33.0 MAXIMO	19.80 MAXIMO	80.20 MINIMO	0.5	N O D E B E C O N T E N E R	3	4.0	D E B E C U M P L I R	200	---	D E B E C U M P L I R	D E B E C U M P L I R	80				
	CROMATO DE ZINC	4 a 8	24 MAX	300 a 1000 cps	1.1 a 1.3	5	1.6	1.5	32.0 MINIMO	68.0 MAXIMO	48.28 a 46.92	51.72 a 53.08	0.5		4	4.0		300	---			80				
	INORGANICO DE ZINC POSTCURADO	2 MAX	4 MAX	18 a 30 SEG COPA FORD 4	3.1 a 3.5	3	2.5	2.0	77.0 a 78.0	22.0 a 23.0	17.06 a 15.79	82.94 a 84.21	---		8	4.0		700	600			80				
	INORGANICO DE ZINC AUTOCURANTE	2 MAX	4 MAX	18 a 30 SEG COPA FORD 4	3.3 a 3.7	3	2.5	2.0	79.5 a 80.2	19.8 a 20.5	13.37 a 12.42	86.63 a 87.59	---		6	4.0		700	500			80				
	EPOXICO CATALIZADO	1 MAX	24 MAX	240 SEG MIN COPA FORD 4	1.35 MINIMO	3	1.5	2.0	51.0 MAXIMO	49.0 MINIMO	32.83 MAXIMO	67.17 MINIMO	0.5		4	4.0		500	500			80				
	VINIL EPOXICO MODIFICADO	1 MAX	2 MAX	600 a 1200 cps	1.12 MINIMO	4	2.0	1.5	20.0 a 23.0	77.0 a 80.0	40.73 a 37.80	59.27 a 62.20	0.5		4	4.0		200	---			80				
A C A B A D O	ESMALTE ALQUIDALICO BRILLANTE	4 MAX	24 MAX	50 a 400 SEG COPA FORD 4	0.900 MINIMO	6.5	(a)	2.0	(a)	(a)	(a)	(a)	0.5			4		4.0				200	100			80
	FENOLICO DE ALUMINIO	4 MAX	12 MAX	54 SEG MIN COPA FORD 4	0.920 a 970	2	2.7	0.1	21.0 a 22.0	78.0 a 79.9	30.0 a 31.0	69.0 a 70.0	0.5			4		4.0				200	---			80
	EPOXICO CATALIZADO	1 a 4	24 MAX	10 a 90 SEG COPA FORD 4	1.0 a 1.4	2	1.6	2.0	(a)	72.3 a 85.8	(a)	(a)	0.5			4		4.0				500	300			80
	VINILICO ALTOS SOLIDOS	2 MAX	4 MAX	900 a 3000 cps	1.04 MINIMO	2	1.6	2.0	19.7 a 25.5	74.5 a 80.3	57.95 a 50.41	42.05 a 49.59	0.5			4		4.0				500	300			80

- a) EL PROYECTO INDICARA EN ESTOS CASOS LOS REQUISITOS DE PODER CUBRIENTE Y SUS CONTENIDOS
b) EL % DE SOLIDOS TOTALES ESTA DADO POR LA SUMA DE PIGMENTO MAS SOLIDOS DEL VEHICULO

ras y señales de tránsito; deberá ser idéntico en su composición y comportamiento, a la muestra presentada y aprobada previamente.

012-B.05 Las características que se estudiarán para juzgar sobre la calidad de la pintura para estructuras metálicas y señales de tránsito, serán las siguientes:

- a) En estado fluído, antes de aplicarse: apariencia, estabilidad, t tiempo de secado, viscosidad, peso específico, finura, poder cubriente, retenido en malla Núm. 0.045, con tenido de pigmento, contenido de vehículo, contenido de volátiles, contenido de sólidos totales, contenido de agua libre y con tenido de brea.
- b) En película seca: adherencia, flexibilidad, color, intemperismo acelerado, resistencia al ambiente salino, resistencia a agentes corrosivos, resistencia a cambios bruscos de temperatura y resistencia a la abrasión.

012-B.06 Las características físicas y químicas que deberán cumplir las pinturas, tanto del tipo primario como de acabado, para estructuras metálicas y señales de tránsito, se indican en la Tabla XCII, de este Capítulo.

012-B.07 Con relación a la apariencia, la pintura deberá presentar un aspecto uniforme y estar exenta de no tas, productos de oxidación, grumos que requieran incor poración, polvo u otras materias extrañas.

012-B.08 Con relación a la estabilidad, la pintura deberá conservar por veinticuatro (24) horas, su aspecto y consistencia, sin que se formen capas o sedimentos. No debe confundirse la falta de estabilidad con un ase ntamiento normal del pigmento, ya que no se considera falta de estabilidad cuando el pigmento sedimentado se puede incorporar al vehículo con una agitación manual - durante no más de cinco (5) minutos.

012-B.09 Con relación al color, la pintura deberá te

ner el que se especifique en el proyecto y ser igual a la muestra presentada previamente.

012-B.10 El muestreo de la pintura para estructuras metálicas y señales de tránsito, y la determinación de tiempos de secado, viscosidad, peso específico, finura, poder cubriente, retenido en malla Núm. 0.045, contenidos de pigmento, vehículo, volátiles y sólidos totales, presencia de agua libre y brea, adherencia, flexibilidad, intemperismo acelerado y resistencias al ambiente salino, a agentes corrosivos, a cambios bruscos de temperatura y a la abrasión, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.04.013) del Libro 6 de estas Normas.

012-C PINTURAS PARA MARCAS SOBRE PAVIMENTO

012-C.01 En esta cláusula se tratan los requisitos de calidad que deben reunir las pinturas que se apliquen sobre pavimentos terminados, para señalamiento en carreteras y aeropistas.

012-C.02 Las pinturas para marcas sobre pavimento tendrán el color que fije el proyecto o la Secretaría. El pigmento deberá ser de origen inorgánico; el vehículo será a base de resina alquidálica modificada con hule clorado y el disolvente de origen orgánico.

012-C.03 La pintura para marcas sobre pavimentos podrá utilizarse en las siguientes formas:

- a) Sin la adición de esferas de vidrio.
- b) Con la adición de esferas de vidrio, cuyas características se indican en la cláusula (012-D) de este Capítulo.

012-C.04 El lote de pintura suministrado para marcas sobre pavimento deberá ser idéntico en su composición y comportamiento a la muestra presentada, ya ensayada y a probada previamente.

012-C.05 Las pruebas de calidad que se harán a las pinturas para marcas sobre pavimento, serán de dos (2) cla

ses:

- a) Pruebas de laboratorio.
- b) Pruebas de servicio en carretera.

012-C.06 Con relación a las pruebas de laboratorio, las características que se estudiarán para juzgar sobre la calidad de la pintura para marcas sobre pavimento, serán las siguientes:

- a) En estado fluido antes de aplicarse: apariencia, estabilidad, tiempo de secado, viscosidad, peso específico, finura, exudación, poder cubriente, retenido en malla No.0.045, contenido de pigmento, contenido de vehículo, contenido de volátiles, contenido de sólidos totales, contenido de hule clorado, contenido de bióxido de titanio, contenido de agua libre, contenido de brea y contenido de aceite de pescado.
- b) En película seca: flexibilidad, color, intemperismo acelerado, reflectancia direccional, resistencia al agua destilada, resistencia a la gasolina, resistencia a cambios bruscos de temperatura y resistencia a la abrasión.

012-C.07 En el caso de pinturas a las que se les vaya a adicionar esferas de vidrio para aumentar su reflectividad, las características de esta pintura, antes de aplicarse, se determinarán sin la adición de las esferas mencionadas, mientras que las características de la película de pintura aplicada relativas a intemperismo acelerado y resistencia a cambios bruscos de temperatura, se determinarán posteriormente a la adición de dichas esferas.

012-C.08 Las características físicas y químicas que deberán cumplir las pinturas para marcas sobre pavimento, se indican en las Tablas XCIII y XCIV.

012-C.09 Con relación a la apariencia, la pintura para marcas sobre pavimento deberá presentar un aspecto uni forme y estar exenta de natas, productos de oxidación, grumos que requieran incorporación, polvo u otras materias extrañas.

012-C.10 Con relación a la estabilidad, las pinturas para marcas sobre pavimento, deberán conservar durante veinticuatro (24) horas su aspecto y homogeneidad, sin que se formen capas o sedimentos, ni deberán espesarse ni coagularse en el envase. No debe confundirse la falta de estabilidad, con un asentamiento del pigmento, cuando con una agitación manual durante no más de cinco (5) minutos el pigmento se incorpore al vehículo.

012-C.11 Con relación al color, la pintura deberá tener el que se especifique en el proyecto y ser igual a la muestra presentada previamente.

TABLA XCIII. CARACTERISTICAS DE LAS PINTURAS PARA MARCAS
SOBRE PAVIMENTO, EN ESTADO FLUIDO, ANTES DE
APLICARSE

C O N C E P T O	ESPECIFICACION
Tiempo de secado:	
Al tacto.....	5 minutos mínimo
Duro.....	30 minutos máximo
Viscosidad en unidades Krebs	67 a 75
Peso volumétrico, en kg/dm^3	1.4 mínimo
Finura en unidades Hegman	2.5 mínimo
Exudación o Sangrado	Debe pasar
Poder cubriente	Debe pasar
Retenido en malla No. 0.045, en %	1.0 máximo
Contenido S	Pigmento
en %	Vehículo
	Volátiles totales
	Sólidos totales
Hule clorado, en % de la resina	15 mínimo
Bróxido de titanio, en % del pigmento	20 mínimo
Agua libre, en %	1.0 máximo
Brea	No debe contener
Acete de pescado	No debe contener

012-C.12 Con relación a la prueba de servicio en carretera, la pintura para marcas sobre pavimento deberá tener una calificación mínima promedio de siete (7) al someterse a doce (12) meses de prueba, calculada con fórmulas que contemplen factores de apariencia y durabilidad, con observaciones intermedias a los tres (3), seis (6) y nueve (9) meses.

Las pruebas de servicio se efectuarán en carreteras que tengan una intensidad de tránsito no menor de quinientos (500) vehículos en promedio diario anual en cada carril.

TABLA XCIV. CARACTERISTICAS DE LA PINTURA PARA MARCAS SOBRE PAVIMENTO EN PELICULA SECA.

C O N C E P T O	ESPECIFICACION
Flexibilidad	Debe cumplir
Intemperismo acelerado	Debe cumplir
Reflectancia direccional, en %	80 mínimo
Resistencia al agua destilada	Debe cumplir
Resistencia a la gasolina	Debe cumplir
Resistencia a cambios bruscos de temperatura	Debe cumplir
Resistencia a la abrasión, en kg de arena/mm	200 mínimo

012-C.13 La pintura para marcas sobre pavimento deberá entregarse en envases impermeables y herméticos, indicando claramente en ellos la marca del fabricante, tipo y color de pintura, contenido en litros, fecha de fabricación y número del lote.

012-C.14 El muestreo de la pintura para marcas sobre pavimento y la determinación de los tiempos de secado, viscosidad, peso específico, finura, exudación, poder cubriente, retenido en malla Núm. 0.045, flexibilidad, intemperismo acelerado, reflectancia direccional, resistencia al agua destilada, a la gasolina, a cambios bruscos de temperatura y a la abrasión y contenidos de pigmento, vehículo, volátiles, sólidos totales, hule clora

do, bióxido de titanio, agua libre, brea y aceite de pescado, así como la prueba de servicio en carretera, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.04.013) del Libro 6 de estas Normas.

012-D ESFERAS DE VIDRIO REFLEJANTES

012-D.01 En esta Cláusula se tratan las características que deben reunir las esferas de vidrio que se adicionan a la pintura para señales de tránsito o marcas sobre pavimento para impartirle mayor visibilidad por reflexión.

012-D.02 Las características de calidad de las esferas de vidrio reflejantes, serán las siguientes: apariencia, esfericidad, granulometría, resistencia a agentes químicos, índice de refracción, resistencia a la humedad superficial y contenido de sílice.

012-D.03 Por lo que se refiere a la apariencia, las esferas de vidrio reflejantes, deberán ser incoloras, limpias y transparentes, estar exentas de manchas de aspecto lechoso y de burbujas de aire en exceso.

012-D.04 Por lo que se refiere a la esfericidad, resistencia a agentes químicos, índices de refracción, resistencia a la humedad superficial y contenido de sílice, las esferas de vidrio deberán cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla XCV.

012-D.05 Por lo que se refiere a granulometría, las esferas de vidrio reflejantes para marcas sobre pavimento en carreteras y aeropistas y para señales de tránsito, deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla XCVI.

TABLA XCV. REQUISITOS DE ESFERAS DE VIDRIO

CONTENIDO	ESPECIFICACION
Esfericidad, en %	70 mínimo
Resistencia a agentes químicos	Debe pasar
Índice de refracción	1.50 a 1.60
Resistencia a la humedad superficial	Debe pasar
Contenido de sílice, en %	60 mínimo

TABLA XCVI. REQUISITOS DE GRANULOMETRIA

MALLA No.	RETENIDO PARCIAL, EN POR CIENTO		
	Para marcas sobre pavimento en carreteras	Para marcas sobre pavimento en aeropistas	Para señales de Tránsito
1.400		0	
1.000		10 a 20	
0.850	0 a 3		
0.600	5 a 20	30 a 85	
0.425		5 a 50	
0.300	30 a 65		0
0.180	10 a 30		
0.150			100
0.106	5 a 15		
0.075	2 a 8		
Charola	0 a 8	0 a 5	

012-D.06 La cantidad de esferas de vidrio reflejantes que debe tener la película de pintura se indica en la Tabla XCVII.

TABLA XCVII. CANTIDAD DE ESFERAS DE VIDRIO EN LA PELICULA DE PINTURA.

CONCEPTO	Espesor de la Película de pintura en mm	Cantidad mínima de esferas
Para pavimento de carreteras	0.38	700 gr/litro
Para pavimento en aeropistas	0.30	1200 gr/litro
Para señales de tránsito	0.10	90% de cubrimiento

012-D.07 Las esferas de vidrio reflejantes deberán entregarse en envases herméticos, indicando claramente en ellos, la marca del fabricante, uso a que se destinen, número de lote y contenido en kilogramos.

012-D.08 Las esferas de vidrio reflejantes deberán almacenarse de tal manera que no se altere su calidad por contaminación y puedan inspeccionarse fácilmente.

012-D.09 El muestreo de las esferas de vidrio reflejantes y la determinación de la apariencia, esfericidad, - granulometría, resistencia a agentes químicos, índice de refracción, resistencia a la humedad superficial, contenido de sílice y cantidad de esferas en la película de pintura, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados en el Capítulo (01.04.013) del Libro 6 de estas Normas.

I N D I C E

LIBRO 4

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
CAPITULO 4.01.01.001.- DESCRIPCION		
CONTENIDO	001-A	1
Normas de calidad	001-A.01	1
Normas tratadas en los capítulos 002, 009, 010 y 011	001-A.02	1
Normas tratadas en los capítulos 003, 008 y 012	001-A.03	1
Características para el uso de <u>al</u> gunos materiales; productos <u>elabo</u> rados o estructuras para una obra	001-A.04	2
SIGNIFICADO	001-B	2
Definiciones de términos	001-B.01	2
REFERENCIAS	001-C	2
Correspondencia de las referencias	001-C.01	2
VERIFICACION DE CALIDAD	001-D	3
Muestras representativas	001-D.01	3
Muestreos y pruebas que deben <u>efec</u> tuarse	001-D.02	3
Comparación de los resultados de las pruebas con las normas	001-D.03	3
Muestreos y pruebas efectuados en laboratorios particulares o <u>fábr</u> icas de producción	001-D.04	3
Rechazo de cualquier unidad de <u>ma</u> terial envasado	001-D.05	3
Rechazo de todo un lote de material envasado	001-D.06	3
Indicaciones que deben contener los envases	001-D.07	4
EMBARQUE, TRANSPORTE Y ALMACENAJE	001-E	4
Tipo y forma del embarque	001-E.01	4
Medio de transporte	001-E.02	4
Almacenaje y protección de los <u>ma</u> teriales	001-E.03	4
CAPITULO 4.01.01.002.-MATERIALES PA <u>RA</u> TERRACERIAS		
DEFINICION	002-A	5
Procedencia de los materiales	002-A.01	5
CLASIFICACION	002-B	5
Cuadro de clasificación	002-B.01	5
Carta de plasticidad	002-B.02	5

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
CARACTERISTICAS Y RECOMENDACIONES	002-C	5
Cuadro de características y recomendaciones	002-C.01	5
Excepción para el empleo de materiales no autorizados en el cuadro anterior	002-C.02	5
Prueba a seguir para determinar el peso volumétrico seco máximo de suelos	002-C.03	9
Compactación de los fragmentos de roca	002-C.04	9
Calidad de los materiales para la capa subrasante	002-C.05	9
Estabilización de los materiales para la capa sub-rasante	002-C.06	10
Pruebas necesarias para la verificación de normas de calidad	002-C.07	10
CAPITULO 4.01.02.003.- MATERIALES PARA MAMPOSTERIAS		
CONTENIDO	003-A	11
Conceptos que se tratan	003-A.01	11
PIEDRAS NATURALES	003-B	11
Definición	003-B.01	11
Características	003-B.02	11
Normas que deberán satisfacer	003-B.03	11
Muestreo y determinación de sus propiedades	003-B.04	12
CAL VIVA	003-C	12
Definición	003-C.01	12
Composición química	003-C.02	12
Residuo retenido por la malla Núm. 20	003-C.03	12
Muestreo y determinación de sus propiedades	003-C.04	12
CAL HIDRATADA	003-D	13
Definición	003-D.01	13
Clasificación en tipos	003-D.02	13
Composición química	003-D.03	13
Residuo retenido por la malla Núm. 30	003-D.04	14
Plasticidad de la pasta	003-D.05	14
Muestreo y determinación de sus propiedades	003-D.06	15
CAL HIDRAULICA HIDRATADA	003-E	15
Definición	003-E.01	15
Aumento de sus propiedades hidráulicas	003-E.02	15
Uso y clasificación	003-E.03	15
Requisitos para la cal hidráulica - hidratada tipo A	003-E.04	16
Requisitos para la cal hidráulica - hidratada tipo B	003-E.05	17

	Clasificación	Pág.
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	003-E.06	17
CEMENTANTE PARA MORTERO	003-F	17
Definición	003-F.01	17
Requisitos que debe satisfacer	003-F.02	17
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	003-F.03	18
CEMENTOS	003-G	18
Requisitos para el cemento Portland	003-G.01	18
Requisitos para el cemento Portland puzolánico	003-G.02	18
Requisitos para el cemento Portland de escorias de altos hornos	003-G.03	18
ARENA PARA MORTEROS	003-H	18
Definición	003-H.01	18
Granulometría	003-H.02	19
Materias perjudiciales	003-H.03	19
Requisitos para la arena	003-H.04	19
Sanidad	003-H.05	20
Aceptación de arenas que no cumplan con los requisitos	003-H.06	20
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	003-H.07	20
CAPITULO 4.01.02.004.- MATERIALES - PARA CONCRETO HIDRAULICO		
CONTENIDO	004-A	21
Conceptos que se tratan	004-A.01	21
CEMENTO PORTLAND	004-B	21
Definición y obtención	004-B.01	21
Clasificación en tipos	004-B.02	21
Tipo de cemento Portland de uso <u>co</u> mún	004-B.03	22
Requisitos químicos	004-B.04	22
Requisitos físicos	004-B.05	22
Agregados que puedan reaccionar con el cemento Portland	004-B.06	22
Almacenamiento	004-B.07	22
Rechazo	004-B.08	22
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	004-B.09	25
CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO TIPO 1P	004-C	25
Definición y obtención	004-C.01	25
Requisitos que debe cumplir el ce- mento Portland	004-C.02	25
Definición, procedencia y requisi- tos físicos del material puzoláni- co que se mezcle con cemento Por- tland de escorias de altos hornos	004-C.03	25
Información escrita relativa al ma- terial puzolánico, al cemento Por- tland, al clinker y al cemento Por- tland puzolánico adquirido	004-C.04	26

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
Requisitos químicos	004-C.05	26
Requisitos físicos	004-C.06	27
Almacenamiento	004-C.07	27
Rechazo	004-C.08	27
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-C.09	27
CEMENTO PORTLAND DE ESCORIAS DE ALTOS HORNOS TIPO IE	004-D	27
Definición y obtención	004-D.01	27
Requisitos químicos del cemento Portland	004-D.02	29
Definición y obtención de la escoria granulada de altos hornos	004-D.03	29
Información escrita relativa a la escoria granulada de altos hornos, al cemento Portland, al clinker y al cemento Portland de escorias de altos hornos adquirido	004-D.04	29
Requisitos químicos	004-D.05	29
Requisitos físicos	004-D.06	29
Almacenamiento	004-D.07	31
Rechazo	004-D.08	31
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-D.09	31
AGREGADOS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL	004-E	31
Clasificación	004-E.01	31
Requisitos para el agregado fino	004-E.02	31
Requisitos para el agregado grueso	004-E.03	35
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-E.04	38
AGREGADOS LIGEROS PARA CONCRETO ESTRUCTURAL	004-F	39
Características	004-F.01	39
Agregados ligeros que no se incluyen	004-F.02	39
Clases de agregados ligeros	004-F.03	39
Requisitos físicos y químicos	004-F.04	39
Especímenes de concreto elaborados con agregados ligeros	004-F.05	42
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-F.06	44
AGUA PARA CONCRETO	004-G	44
Definición	004-G.01	44
Pureza	004-G.02	44
Requisitos químicos	004-G.03	44
Requisitos para el agua que no cumpla con los requisitos químicos anteriores	004-G.04	45
Requisitos para usar el agua que contenga sulfatos excesivos a lo especificado	004-G.05	45
Contenido de impurezas	004-G.06	46
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-G.07	46

	Clasificación	Pág.
ADITIVOS PARA CONCRETO	004-H	46
Definición y división en tipos	004-H.01	46
Verificación del aditivo <u>suministra</u> do en el campo	004-H.02	47
Los que contienen cloruros	004-H.03	47
Determinación del tipo que debe <u>u</u> - sarse para concreto	004-H.04	47
Requisitos físicos	004-H.05	47
Almacenamiento	004-H.06	48
Aditivos que no deben usarse	004-H.07	48
Muestreo y determinación de las <u>pro</u> piedades	004-H.08	48
AGENTES INCLUSORES DE AIRE PARA CON CRETO	004-I	48
Definición	004-I.01	48
Requisitos que deben cumplir	004-I.02	48
Verificación del agente <u>incl</u> usor <u>su</u> ministrado en el campo	004-I.03	52
Los que contienen cloruros	004-I.04	52
Determinación del tipo que se debe usar	004-I.05	52
Almacenamiento	004-I.06	52
Muestreo y determinación de las <u>pro</u> piedades	004-I.07	53
PUZOLANAS	004-J	53
Definición y división	004-J.01	53
Puzolanas que se consideran	004-J.02	54
Requisitos químicos	004-J.03	54
Requisitos físicos	004-J.04	54
Efectos de su uso	004-J.05	57
Cantidad óptima	004-J.06	57
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	004-J.07	58
CLORURO DE CALCIO	004-K	58
Definición	004-K.01	58
Tipos	004-K.02	58
Requisitos químicos	004-K.03	58
Requisitos granulométricos	004-K.04	59
Forma de entrega	004-K.05	59
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> piedades	004-K.06	59
LIQUIDOS PARA CURADO DE CONCRETO	004-L	59
Definición	004-L.01	59
Tipos	004-L.02	59
Cuando son adecuados para emplearse	004-L.03	59
Requisitos que deben satisfacer	004-L.04	60
Almacenamiento	004-L.05	61
Sedimentación	004-L.06	61
Adherencia	004-L.07	61
Reacción perjudicial con el concreto	004-L.08	61
Consistencia	004-L.09	61
Secado	004-L.10	61
Requisitos que deberá cumplir des- pués del secado	004-L.11	62

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
Retención de agua	004-L.12	62
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-L.13	62
MATERIALES LAMINARES PARA CURADO DE CONCRETO	004-M	62
Definición y objeto	004-M.01	62
Materiales considerados	004-M.02	62
Requisitos de fabricación	004-M.03	63
Requisitos físicos	004-M.04	64
Retención de agua	004-M.05	64
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-M.06	64
TUBOS DE CONCRETO SIN REFUERZO	004-N	64
Clase	004-N.01	64
Materiales para su fabricación	004-N.02	64
Requisitos para el cemento Portland	004-N.03	64
Requisitos para los agregados pétreos	004-N.04	64
Elaboración de la revoltura y contenido mínimo de cemento Portland	004-N.05	64
Métodos de curado	004-N. 6	66
Requisitos para dimensiones, resistencia a la ruptura y absorción	004-N.07	67
Requisitos para el alineamiento y para su superficie interior	004-N.08	67
Perpendicularidad de los planos de los extremos	004-N.09	67
Acabado de los extremos	004-N.10	67
Reparación de tubos	004-N.11	67
Requisitos para la aceptación de piezas especiales	004-N.12	67
Causas de rechazo	004-N.13	68
Tubos para prueba	004-N.14	73
Inspección	004-N.15	74
Marcado	004-N.16	74
Muestreo y determinación de sus propiedades	004-N.17	74
TUBOS DE CONCRETO CON REFUERZO	004-O	74
Utilización	004-O.01	74
Conceptos que se tratan	004-O.02	74
Clase, requisitos de diseño y resistencia	004-O.03	74
Materiales para su fabricación	004-O.04	74
Requisitos para el cemento Portland	004-O.05	74
Requisitos para los agregados pétreos	004-O.06	75
Requisitos para el acero de refuerzo	004-O.07	75
Elaboración de la revoltura y contenido mínimo de cemento Portland	004-O.08	75
Colocación del acero de refuerzo	004-O.09	75
Unión rígida entre las capas de refuerzo	004-O.10	77
Requisitos para formar las uniones del acero de refuerzo	004-O.11	77

	Clasificación	Pág.
Transporte y colocación del <u>concre</u> <u>to</u>	004-0.12	79
Métodos de curado	004-0.13	79
Agujeros para manejo	004-0.14	79
Requisitos para dimensiones, <u>resis</u> <u>tencia</u> y cantidad de refuerzo	004-0.15	79
Requisitos para los extremos	004-0.16	79
Aceptación según el método de <u>prue</u> <u>ba</u> de los tres (3) apoyos	004-0.17	79
Ensayo de cilindros para verificar su resistencia a la compresión	004-0.18	79
Requisitos para absorción	004-0.19	80
Fracturas y grietas	004-0.20	80
Bases de aceptación	004-0.21	80
Aceptación para tubos a una edad - determinada	004-0.22	81
Corrección de imperfecciones en fa bricación o por manejo	004-0.23	81
Tolerancias en dimensiones y en <u>a</u> <u>cero</u> de refuerzo	004-0.24	81
Causas de rechazo	004-0.25	83
Tubos para prueba	004-0.26	83
Obligaciones del Contratista, para la ejecución de las pruebas	004-0.27	84
Marcado	004-0.28	85
Muestreo y determinación de sus <u>pro</u> <u>piedades</u>	004-0.29	85
CAPITULO 4.01.02.005.-ACERO Y PRO DUCTOS DE ACERO		
CONTENIDO	005-A	87
Conceptos que se tratan	005-A.01	87
VARILLAS DE ACERO PARA REFUERZO DE CONCRETO		
Conceptos que se tratan	005-B	87
Identificación de las varillas	005-B.01	87
Características dimensionales de las varillas	005-B.02	87
Grados de las varillas	005-B.03	87
Acero para varillas procedentes de lingotes	005-B.04	87
Identificación de las coladas para varillas de lingote	005-B.05	87
Acero para fabricación de varillas de riel	005-B.06	90
Acero para fabricación de varillas de eje	005-B.07	90
Requisito químico del acero para - varillas de lingote	005-B.08	90
Análisis de producto en varillas de lingote	005-B.09	90
Requisitos de tensión de las <u>vari</u> <u>llas</u>	005-B.10	90
Requisitos de alargamiento de las varillas	005-B.11	91
Requisitos de doblado	005-B.12	92
	005-B.13	92

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
Requisitos de corrugación de las varillas	005-B.14	92
Tolerancias dimensionales y de peso de las varillas	005-B.15	95
Causas de rechazo	005-B.16	95
Inspección metalúrgica macroscópica en varillas	005-B.17	95
Apariencia y defectos en las varillas	005-B.18	96
Requisitos adicionales de la prueba de doblado en varillas	005-B.19	96
Requisitos adicionales de la prueba de tensión en varillas	005-B.20	97
Marcado de varillas	005-B.21	97
Referencias de muestreo y determinación de propiedades de las varillas corrugadas de acero	005-B.22	97
ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO PARA REFUERZO DE CONCRETO	005-C	97
Conceptos que se tratan	005-C.01	97
Identificación del alambre	005-C.02	97
Procedencia del acero para la fabricación del alambre	005-C.03	97
Fabricación del alambre	005-C.04	103
Requisitos de tensión del alambre	005-C.05	103
Requisito adicional de reducción de área	005-C.06	103
Requisito de doblado en el alambre	005-C.07	103
Tolerancia en el diámetro y falta de redondez en el alambre	005-C.08	104
Inspección metalúrgica macroscópica en el alambre	005-C.09	104
Requisitos adicionales en la prueba de tensión	005-C.10	104
Requisitos adicionales en la prueba de doblado	005-C.11	104
Referencia al muestreo y determinación de propiedades del alambre de acero estirado en frío	005-C.12	105
ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFORZADO DE CONCRETO	005-D	105
Conceptos que se tratan	005-D.01	105
Procedencia del acero para la fabricación del alambre	005-D.02	105
Relevado de esfuerzos del alambre	005-D.03	105
Juntas en el alambre	005-D.04	105
Descarte en los lingotes	005-D.05	105
Análisis de colada	005-D.06	105
Análisis de producto	005-D.07	106
Resistencia a la tensión del alambre	005-D.08	106
Determinación del límite de fluencia	005-D.09	107
Porcentaje de alargamiento del alambre	005-D.10	107

	Clasificación	Pág.
Requisitos de doblado en el alambre	005-D.11	107
Inspección metalúrgica macroscópica en los alambres	005-D.12	107
Variación del diámetro del alambre de acero para presfuerzo	005-D.13	108
Desenrollabilidad del alambre	005-D.14	108
Acabado del alambre	005-D.15	108
Requisitos del anclaje del botón	005-D.16	108
Forma de entrega de los alambres	005-D.17	109
Mercado de los alambres	005-D.18	109
Referencia al muestreo y determinación de propiedades del alambre de acero para presfuerzo	005-D.19	109
REQUISITOS GENERALES PARA PLANCHAS, PERFILES, TABLESTACAS Y BARRAS DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE PARA ESTRUCTURALES	005-E	109
Conceptos que se tratan y referencia a las cláusulas relativas a los materiales correspondientes	005-E.01	109
Denominación de los productos de acero	005-E.02	110
Análisis químicos del fabricante	005-E.03	113
Análisis químicos de la Secretaría	005-E.04	113
Requisitos de análisis de producto	005-E.05	113
Tolerancia en el análisis de producto	005-E.06	114
Tolerancias en dimensiones y pesos de los productos de acero	005-E.07	114
Defectos y acabado de los productos de acero	005-E.08	117
Acondicionamiento de planchas	005-E.09	117
Eliminación de defectos en planchas	005-E.10	118
Acondicionamiento de orillas en planchas	005-E.11	120
Acondicionamiento de perfiles, perfiles-barra y tablestacas	005-E.12	120
Acondicionamiento de barras	005-E.13	125
Eliminación de imperfecciones mayores	005-E.14	125
Reparación por soldadura en acero al carbono	005-E.15	131
Reparación por soldadura en acero aleado	005-E.16	131
Reparación por soldadura en aceros tratados térmicamente	005-E.17	132
Precauciones de precalentamiento	005-E.18	153
Selección de electrodos	005-E.19	153
Exámenes de reparaciones con soldadura	005-E.20	154
Mercado de lugares reparados con soldadura	005-E.21	154
Calidad de soldaduras y zonas adyacentes	005-E.22	154
Identificación de los productos de acero	005-E.23	154

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
Muestreo y fabricación de probetas	005-E.24	155
Análisis de colada	005-E.25	156
Análisis de producto	005-E.26	156
Número de pruebas de tensión y doblado	005-E.27	156
Preparación de probetas	005-E.28	157
Repetición de pruebas	005-E.29	159
Defectos perjudiciales	005-E.30	160
Facilidades de inspección	005-E.31	160
Referencias a la determinación de propiedades	005-E.32	160
ACERO ESTRUCTURAL	005-F	160
Conceptos que se tratan y características del acero	005-F.01	160
Referencia a requisitos generales en la cláusula (005-E)	005-F.02	161
Requisitos de tensión de planchas para puente	005-F.03	161
Limitaciones para pruebas mecánicas y requisitos químicos de planchas para estructuras distintas a puentes	005-F.04	161
Procedencia del acero	005-F.05	161
Requisitos químicos del acero	005-F.06	161
Requisitos de tensión del acero	005-F.07	162
Requisitos de doblado	005-F.08	165
Referencias al muestreo y determinación de propiedades del acero estructural	005-F.09	165
ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA	005-G	165
Conceptos que se tratan	005-G.01	165
Referencia a requisitos generales en cláusula (005-E)	005-G.02	165
Electrodos para soldadura del acero	005-G.03	165
Procedencia del acero	005-G.04	165
Requisitos químicos del acero	005-G.05	165
Requisitos de tensión del acero	005-G.06	166
Requisitos de doblado	005-G.07	166
Referencias al muestreo y determinación de propiedades del acero estructural de alta resistencia	005-G.08	168
ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION	005-H	168
Conceptos que se tratan y características del acero	005-H.01	168
Referencia a requisitos generales de la cláusula (005-E)	005-H.02	169
Procedencia del acero	005-H.03	169
Requisitos químicos del acero	005-H.04	169
Requisitos de tensión del acero	005-H.05	170
Requisitos de doblado	005-H.06	170

	Clasificación	Pág.
Referencia al muestreo y determinación de propiedades del acero estructural de alta resistencia y - baja aleación	005-H.07	172
ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION AL MANGANESO VANADIO	005-I	172
Conceptos que se tratan y características del acero	005-I.01	172
Referencia a requisitos generales de la cláusula (005-E)	005-I.02	172
Procedencia del acero	005-I.03	172
Requisitos químicos del acero	005-I.04	173
Requisitos de tensión del acero	005-I.05	173
Requisitos de doblado	005-I.06	175
Referencia al muestreo y determinación de propiedades del acero estructural de alta resistencia y - baja aleación al manganeso vanadio	005-I.07	175
TUBOS DE ACERO PARA PILOTES	005-J	175
Conceptos que se tratan	005-J.01	175
Procedencia del acero	005-J.02	176
Fabricación de los tubos	005-J.03	176
Requisitos de composición química	005-J.04	176
Análisis de colada	005-J.05	176
Análisis de producto	005-J.06	176
Requisitos de tensión	005-J.07	177
Determinación del límite de fluencia	005-J.08	178
Requisitos de probetas para pruebas mecánicas	005-J.09	178
Número de pruebas	005-J.10	179
Repetición de pruebas	005-J.11	180
Pesos unitarios de tubos	005-J.12	180
Tolerancias en dimensiones y pesos	005-J.13	180
Longitudes de tubos	005-J.14	180
Uniones en tubos	005-J.15	181
Extremos de los tubos	005-J.16	181
Acabado de los tubos	005-J.17	181
Mercado de los tubos	005-J.18	182
Facilidades de inspección	005-J.19	182
Condiciones de aceptación	005-J.20	182
Referencias al muestreo y determinación de propiedades de los tubos para pilotes	005-J.21	182
CAPITULO 4.01.02.006.- SOLDADURA		
CONTENIDO	006-A	183
Conceptos que se tratan	006-A.01	183
JUNTAS SOLDADAS PARA PUENTES Y EDIFICIOS	006-B	183
Alcance de la cláusula	006-B.01	183
Procedimientos de soldadura	006-B.02	183

NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

	Clasificación	Pág.
Nomenclatura de soldadura	006-B.03	183
Requisitos generales de las juntas soldadas	006-B.04	183
Requisitos de juntas precalificadas	006-B.05	190
Requisitos de las preparaciones	006-B.06	198
Causas de rechazo de juntas soldadas	006-B.07	199
Requisitos previos al inicio de soldadura	006-B.08	200
Requisitos de inspección y recepción	006-B.09	201
Recalificación de soldadores	006-B.10	201
Condiciones del equipo para preparaciones y soldaduras	006-B.11	201
Precauciones para efectuar juntas soldadas	006-B.12	201
Reducción de esfuerzos residuales	006-B.13	202
Condiciones climáticas para trabajos de soldaduras	006-B.14	202
Requisitos de procedimientos de ejecución de soldadura	006-B.15	202
Rechazos de soldaduras por procedimiento inadecuado	006-B.16	206
Condiciones de aceptabilidad de juntas soldadas	006-B.17	206
Correcciones en juntas soldadas defectuosas	006-B.18	210
Muestreo e inspecciones en trabajos de soldadura	006-B.19	213
Facilidades de inspección	006-B.20	214
Referencia al muestreo y determinación de propiedades de juntas soldadas	006-B.21	214
CAPITULO 4.01.01.007.- MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA		
CONTENIDO	007-A	217
Conceptos que se tratan	007-A.01	217
PILOTES DE MADERA	007-B	217
Descripción	007-B.01	217
Condiciones de preservación	007-B.02	217
Especies botánicas para pilotes	007-B.03	217
Clasificación de pilotes	007-B.04	217
Requisitos de sanidad de la madera	007-B.05	218
Ubicación de corte en árboles	007-B.06	218
Tamaño y agrupamiento de nudos	007-B.07	218
Descripción de agrupamiento de nudos	007-B.08	219
Longitudes y tolerancias	007-B.09	219
Perímetros de pilotes	007-B.10	219
Contenido de madera de duramen	007-B.11	219
Contenido de madera de albura	007-B.12	221
Cabezas y puntas de pilotes	007-B.13	221
Clasificación por cantidad de corteza	007-B.14	221
Requisitos generales de derecho de pilotes	007-B.15	221

LIBRO 1

	Clasificación	Pág.
Tolerancias de derecha en pilotes A y B	007-B.16	221
Curvaturas en pilotes A y B	007-B.17	222
Fibras en espiral en pilotes A y B	007-B.18	222
Nudos en pilotes A y B	007-B.19	223
Agujeros en pilotes A y B	007-B.20	223
Rajadura en pilotes A y B	007-B.21	223
Tolerancias en derechos para pilote C	007-B.22	224
Curvaturas en pilotes C	007-B.23	224
Fibras en espiral en pilotes C	007-B.24	224
Nudos en pilotes C	007-B.25	224
Agujeros en pilotes C	007-B.26	224
Rajaduras en pilotes C	007-B.27	225
Referencias al muestreo y determinación de propiedades de durmientes de madera	007-B.28	225
MADERA ESTRUCTURAL	007-C	225
Definición y conceptos que se tratan	007-C.01	225
Clasificación y especies botánicas	007-C.02	225
Características admisibles de la madera	007-C.03	225
Piezas con rebajo	007-C.04	226
Piezas de madera sin preservativo	007-C.05	226
Determinación de inclinación de fibras	007-C.06	226
Cantidad de madera de albura	007-C.07	226
Velocidad de crecimiento	007-C.08	226
Zonas de elementos a flexión	007-C.09	226
Dimensiones y tolerancias de nudos y agujeros	007-C.10	228
Medición y tamaño permisible de rajaduras	007-C.11	228
Rajaduras anulares en columnas y postes	007-C.12	228
Rajaduras radiales en columnas y postes	007-C.13	230
Tamaños de fisuras y grietas	007-C.14	230
Requisitos dimensionales	007-C.15	230
Tolerancias en dimensiones	007-C.16	230
Acabado de las piezas de madera	007-C.17	230
Tolerancias en flechas y acanaladuras	007-C.18	231
Esfuerzos admisibles de proyecto	007-C.19	231
Facilidades de inspección	007-C.20	231
Requisitos de embarque y entrega	007-C.21	234
Referencia al muestreo y determinación de propiedades de la madera estructural	007-C.22	234
CAPITULO 4.01.02.008.- PLACAS DE NEOPRENO		
CONTENIDO	008-A	239
Conceptos que se tratan	008-A.01	239
REQUISITOS	008-B	239

	Clasificación	Pág.
Fabricación de las placas	008-B.01	229
Tolerancias dimensionales	008-B.02	239
Espesor de las placas	008-B.03	239
Falta de uniformidad del espesor	008-B.04	239
Espesor promedio de placas	008-B.05	239
Espesor individual de las placas	008-B.06	240
Factor de forma	008-B.07	240
Requisitos de dureza	008-B.08	240
Requisitos de compresibilidad	008-B.09	240
Deformación unitaria en compresibilidad	008-B.10	240
Requisitos de tensión	008-B.11	241
Requisitos de alargamiento a la ruptura	008-B.12	241
Requisitos de deformación por compresión	008-B.13	241
Requisitos de desgarramiento	008-B.14	241
Requisitos de envejecimiento	008-B.15	241
Acabado de las placas	008-B.16	242
Referencia al muestreo y determinación de propiedades de las placas de neopreno	008-B.17	242
 CAPITULO 4.01.03.009 MATERIALES PARA REVESTIMIENTOS SUB-BASES Y BASES DE PAVIMENTO		
DEFINICION	009-A	243
Características de los materiales que se emplean	009-A.01	243
CLASIFICACION	009-B	243
Tipos de materiales	009-B.01	243
NORMAS DE MATERIALES	009-C	243
Requisitos para materiales pétreos empleados como revestimiento de carreteras	009-C.01	243
Requisitos para materiales pétreos empleados para sub-base en pavimento flexible de carreteras o aeropistas	009-C.02	246
Requisitos para materiales pétreos mezclados con material asfáltico para sub-bases de pavimento flexible	009-C.03	248
Requisitos para materiales pétreos mezclados con cemento Portland o con una mezcla de éste y puzolana, para sub-bases de pavimento.	009-C.04	249
Requisito para materiales pétreos mezclados con cal hidratada o con una mezcla de ésta y puzolana o cemento Portland para sub bases de pavimento	009-C.05	250
Requisitos para materiales pétreos empleados para bases en pavimentos flexibles de carreteras o		

	Clasificación	Pág.
aeropistas o para sub-bases en - pavimentos rígidos de aeropistas	009-C.06	252
Requisitos para materiales pétreos mezclados con un material asfálti co empleados para bases en pavi mentos flexibles de carreteras - con tránsito menor de mil vehícu los pesados diarios y para sub- bases en pavimentos rígidos de - aeropistas.	009-C.07	255
Requisitos para materiales pétreos mezclados con cemento Portland o con una mezcla de éste y puzola na empleados para bases en pavi mentos de carreteras o aeropistas y para sub-bases de losas de con creto hidráulico en aeropistas	009-C.08	256
Requisitos para materiales pétreos mezclados con cal hidratada o con una mezcla de ésta y puzolana o - cemento Portland empleados para - bases en pavimentos de carreteras o aeropistas y para sub-bases de losas de concreto hidráulico en aeropistas	009-C.09	257
Requisitos para materiales pétreos mezclados con material asfáltico empleados para bases negras y pa ra bacheos.	009-C.10	259
CAPITULO 4.01.03.010.- MATERIALES PETREOS PARA CARPETAS Y MEZCLAS ASFALTICAS		
DEFINICION	010-A	263
Características de los materiales que se emplean	010-A.01	263
CLASIFICACION	010-B	263
Tipos de materiales	010-B.01	263
NORMAS DE MATERIALES	010-C	263
Requisitos para materiales pétreos de carpetas asfálticas por los - sistemas de mezcla en el lugar o en planta estacionaria	010-C.01	263
Requisitos para materiales pétreos de carpetas asfálticas por el sis tema de riegos y para riegos de - sello	010-C.02	266
Requisitos para materiales pétreos en morteros asfálticos	010-C.03	268
Requisitos para materiales pétreos en guarniciones asfálticas	010-C.04	270

CAPITULO 4.01.03.011.- MATERIALES
ASFALTICOS, SUS ADITIVOS Y MEZ-
CLAS ASFALTICAS

CONTENIDO	011-A	273
Conceptos que se tratan	011-A.01	273
MATERIALES ASFALTICOS	011-B	273
Características del asfalto	011-B.01	273
Clasificación y características - de los materiales asfálticos	011-B.02	273
Empleo de los materiales asfálticos	011-B.03	274
Requisitos para los materiales as- fálticos	011-B.04	274
ADITIVOS PARA MEJORAR LA ADHEREN- CIA ENTRE EL AGREGADO PETREO Y - LOS MATERIALES ASFALTICOS	011-C	282
Tipo de aditivos que se emplean	011-C.01	282
Condiciones para el empleo de adi- tivos	011-C.02	282
MEZCLAS ASFALTICAS	011-D	282
Definición	011-D.01	282
Elaboración de las mezclas asfál- ticas	011-D.02	282
Normas para las mezclas asfálticas	011-D.03	283
Condiciones para el uso adecuado de las mezclas asfálticas	011-D.04	285
Fabricación del mortero asfáltico	011-D.05	287
Permeabilidad de las carpetas con- truídas por el sistema de riego	011-D.06	288

CAPITULO 4.01.04.0012.- PINTURAS

CONTENIDO	012-A	289
Conceptos que se tratan	012-A.01	289
Bases de aceptación de pinturas y microesferas	012-A.02	289
Constitución de las pinturas	012-A.03	289
Informe de la formulación de pin- turas	012-A.04	290
PINTURAS PARA ESTRUCTURAS METALI- CAS Y SEÑALES DE TRANSITO	012-B	290
Conceptos que se tratan	012-B.01	290
Tipos de pintura	012-B.02	290
Adición de esferas de vidrio	012-B.03	290
Identidad de muestra presentada y el lote de pintura muestreado	012-B.04	290
Características de estudio en las pinturas	012-B.05	293
Requisitos físicos y químicos de pinturas	012-B.06	293
Requisitos de apariencia	012-B.07	293
Requisitos de estabilidad	012-B.08	293
Requisitos de color	012-B.09	293
Referencia al muestreo y determi- nación de propiedades de la pin- tura para estructuras metálicas		

	Clasificación	Pág.
y señales de tránsito	012-B.10	294
PINTURAS PARA MARCAS SOBRE PAVIMENTO		
TO	012-C	294
Conceptos que se tratan	012-C.01	294
Constitución de las Pinturas	012-C.02	294
Formas de uso	012-C.03	294
Identidad de lote con muestra presentada	012-C.04	294
Clasificación de pruebas	012-C.05	294
Características generales de las pinturas	012-C.06	295
Formas de ensaye en pinturas con adición de esferas	012-C.07	295
Requisitos físicos y químicos de las pinturas	012-C.08	295
Requisitos de apariencia	012-C.09	296
Requisitos de estabilidad	012-C.10	296
Requisitos de color	012-C.11	296
Requisitos de la prueba de servicio en carreteras	012-C.12	297
Forma de entrega	012-C.13	297
Referencia al muestreo y determinación de propiedades de la pintura para marcas sobre pavimento	012-C.14	297
ESFERAS DE VIDRIO REFLEJANTES	012-D	298
Conceptos que se tratan	012-D.01	298
Características generales de las esferas	012-D.02	298
Requisitos de apariencia	012-D.03	298
Requisitos de esfericidad, resistencia a agentes químicos, índice de refracción y contenido de sílice	012-D.04	298
Requisito de granulometría	012-D.05	298
Cantidad de esferas en la película de pintura	012-D.06	299
Forma de entrega	012-D.07	299
Forma de almacenamiento	012-D.08	300
Referencia al muestreo y determinación de propiedades de las esferas de vidrio reflejantes	012-D.09	300

Esta Edición de 1,000 ejemplares para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se terminó de imprimir en el mes de Marzo - de 1986, en los talleres de Im--precolor, S.A. de C.V., Durango-253-101, C.P. 06700 México, D.F.

