

# TITULO V

## REQUISITOS DE SEGURIDAD

### PREVISION DE SINIESTROS

CAPITULO I	: MEDIOS DE CIRCULACION Y ESCAPE
CAPITULO II	: SEGURIDAD CONTRA FUEGO E INCENDIO
CAPITULO III	: SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE ALTO RIESGO Y PREVENCIÓN DE EXPLOSIONES.
CAPITULO IV	: SEGURIDAD CONTRA EL EFECTO DESTRUCTIVO DE LOS SISMOS.
CAPITULO V	: SEGURIDAD CONTRA LAS CARGAS EXTERNAS, INTERNAS Y TEMPORALES
CAPITULO VI	: DEFINICIONES

Modificado por R.M. N° 153-85-VS-VC-9600 del 26.06.85

#### CAPITULO I

##### MEDIOS DE CIRCULACION Y ESCAPE

- V-1-1 Generalidades
- V-1-2 Circulación
- V-1-3 Cerraduras en ingresos a azoteas
- V-1-4 Requisitos de seguridad en azoteas
- V-1-5 Señalización e identificación
- V-1-6 Puertas de escape
- V-1-7 Corredores y galerías de escape

##### V-1-1 GENERALIDADES

###### V-1-1.1 Alcance

Para los alcances de este Título, se considerará como medios de circulación y escape, todas aquellas partes dentro de una Edificación encaminadas a canalizar el flujo de personas en la edificación, hacia la vía pública para su evacuación durante un siniestro o estado de pánico colectivo.

###### V-1-1.2 Objetivo

El presente Reglamento está de acuerdo en todas sus partes con el Título III "Requisitos Arquitectónicos" y de ocupación de este Reglamento Nacional y en todo caso es explicativo a los dispositivos contenidos en el mismo, teniendo como objetivo salvaguardar las vidas humanas durante un siniestro.

###### V-1-1.3 Escapes y Salidas

Los escapes o salidas de los locales destinados a espectáculos públicos, deben tener acceso directo a la calle y estar defendidos convenientemente cuando el caso lo requiera contra posibles desprendimientos de vidrios, molduras u otros objetos.

##### V-1-2 CIRCULACION

En las circulaciones horizontales, verticales y escapes, no será permitida ninguna obstrucción, sea ésta permanente o removible.

###### V-1-2.1 Excepciones

Se consideran las siguientes:

Cerraduras en departamentos de acceso a la azotea.

Edificios donde las personas deben permanecer constreñidas por asuntos legales, tales como cárceles, reformatorios, etc.

Construcciones especiales con permiso.

##### V-1-3 CERRADURAS EN INGRESOS A AZOTEAS

Cualquier puerta que provea acceso de un departamento o escalera hacia la azotea, deberá poseer un mecanismo de cerradura fácilmente maniobrable (cremona de presión desde el interior) que aporte todas las seguridades de evacuación en el caso de siniestro.

##### V-1-4 REQUISITOS DE SEGURIDAD EN AZOTEAS

###### V-1-4.1 Obstrucciones en Techos (Azoteas)

Ninguna persona podrá instalar o mantener ningún cable, cuerda, antena aérea o cualquier obstrucción en el tejado de un Edificio, que posea una pendiente menor de 30 grados, a menos que exista una altura de 2.00 mts. entre el nivel del techo y la obstrucción.

###### V-1-4.2 Almacenaje en Techos (Azoteas)

Ninguna persona podrá colocar o mantener materiales u otros objetos en azoteas o balcones, de manera que en casos de incendio puedan obstruir el rápido acceso de los bomberos o la evacuación de los habitantes durante un siniestro.

###### V-1-4.3 Iluminación y Señales

Cualquier escape o corredor de escape, escalera de escape, etc. deberá poseer iluminación en toda su extensión y señales que los hagan fácilmente distinguibles y ubicables.

##### V-1-5 SEÑALIZACION E IDENTIFICACION

###### V-1-5.1 Identificación de Salidas

Deberán existir señales adecuadas con contrastes de colores y debidamente iluminadas, en todas las salidas y escapes, en teatros, cinemas, edificios de oficinas, etc.; estas señales diferenciarán a las aberturas consideradas legalmente como salidas, con las que no son, en caso de cinemas, teatros, etc.

###### V-1-5.2 Obligaciones de señalización en centros de reunión

Todas las personas que posean o administren hoteles, oficinas o fábricas, o locales de reunión pública, diferentes de casas-habitación o edificios de vivienda deberán proveer salidas de emergencias y señales direccionales hacia esas salidas.

###### V-1-5.3. Carteles de Señalización

Las salidas de emergencias deberán ser indicadas por portales colocados encima de los marcos de las puertas, con la palabra "SALIDA".

###### V-1-5.4 Señales Direccionales

Deberán proveerse señales direccionales para indicar la dirección de salida en todos aquellos escapes donde la salida no sea claramente visible desde todas las partes del corredor que preste servicio a dicha salida.

###### V-1-5.5 Primacía entre requisitos

En el caso de aplicarse más de un requisito a una edificación o parte de ella, regirá el requisito que requiere mayores medios de circulación y escape.

#### **-5.6. Proscripción de depósitos de materiales en salidas**

Ninguna persona podrá almacenar material combustible o material de ninguna clase cercano a vías de salida de edificios o localés donde existe concentración de público, sin satisfacer las exigencias y condiciones del Capítulo II, Título V.

#### **V-I-5.7 Disposición de extinguidores en las vías de escape**

Ningún punto en una edificación que no esté equipada con un sistema automático completo de esparcidores contra incendios, podrá estar distante más de 45 mts., medidos a lo largo de la ruta por seguirse, de una salida de escape.

#### **V-I-5.8 Esparcidores contra incendios**

En una edificación, equipada con un sistema completo y automático de esparcidores contra incendios, la distancia antes mencionada podrá ser aumentada a 60 mts.

### **V-I-6 PUERTAS DE ESCAPE**

#### **V-I-6.1 Requisitos de Cerraduras**

Las puertas de escape deberán poder ser abiertas desde el interior sin necesidad del uso de llaves o ningún accionamiento o esfuerzo especial. Se permitirá, sin embargo, únicamente en las edificaciones de ocupancia industrial o semi industrial el uso de llaves de seguridad en la cerrajería, condicionado a que las puertas así equipadas lleven visiblemente-colocado un letrero indicando "ESTA PUERTA DEBERA PERMANECER SIN LLAVE DURANTE LAS HORAS DE TRABAJO".

El mecanismo para cerrar con llave debe ser de un tipo tal que sea fácilmente identificable cuando esté en la posición de cerrado.

No se permitirá el uso de cerrojos empotrados o de sobreponer, en las puertas de escape.

#### **V-I-6.2 Ancho y Altura**

Toda apertura de escape requerida deberá ser de tamaño suficiente para permitir la instalación de una puerta con un ancho no menor de 90 cms. y con un alto no menor de 2.00 mts. Cuando las puertas de escape estén instaladas, éstas deberán poder abrirse hasta un mínimo de 90° salvó que den a un corredor de escape al que abrirán en 180°. Al calcular el ancho de la vía de escape, según los párrafos anteriores, se usará el ancho neto mínimo del umbral resultante con la puerta instalada y en la posición de abierta.

#### **V-I-6.3 Identificación y Seguridad en las Puertas de Escape**

Toda puerta de escape deberá ser marcada en tal forma que sea fácilmente identificable de adentro y de afuera de la edificación.

Las puertas de escape vidriadas deberán usar vidrios de seguridad o en su defecto estar protegidas por barras de empuje o mallas protectoras firmemente aseguradas en cada cara de la puerta.

### **V-I-7 CORREDORES Y GALERIAS DE ESCAPES**

#### **V-I-7.1 Dimensión Mínima**

Todo corredor o galería de escape deberá tener un ancho mínimo de 1.20 mts. Para usos educacionales, institucionales, etc., se observará además los requisitos especiales para cada caso.

#### **V-I-7.2 Acceso a los Escapes**

Donde se requiera más de un escape, éstos serán dispuestos en tal forma, que sea posible desplazarse en cualquier dirección, desde cualquier punto en un corredor o galería y llegar a uno de los escapes.

#### **V-I-7.3 Escaleras de Escape**

Para el uso de escaleras de escape se aplicará las normas establecidas en el Título III.

## **CAPITULO II**

### **SEGURIDAD CONTRA FUEGO E INCENDIO**

- V-II-1 Zonas de Riesgo de Fuego.
- V-II-2 Requisitos dentro de la Zona de Fuego N° 1.
- V-II-3 Requisitos dentro de la Zona de Fuego N° 2
- V-II-4 Requisitos dentro de la Zona de Fuego N° 3
- V-II-5 Requisitos dentro de la Zona de Fuego N° 4
- V-II-6 Requisitos de Protección para estructuras.
- V-II-7 Requisitos de Protección para pisos y techos.
- V-II-8 Requisitos de Protección para paredes y tabiques.
- V-II-9 Requisitos de Protección para acabados interiores.
- V-II-10 Requisitos de Cierre para Aberturas Verticales.
- V-II-11 Aberturas en muros o tabiques.
- V-II-12 Puertas y ventanas resistentes al fuego.
- V-II-13 Hogares, barbacoas, chimeneas, etc. - Materiales.
- V-II-14 Aparatos productores de calor.
- V-II-15 Sistemas de extinción de incendios.
- V-II-1 Instalación de esparcidores.

#### **V-II-1 ZONAS DE RIESGO DE FUEGO**

##### **V-II-1.1 Definición**

Para los efectos de este Reglamento el integro del territorio de cada jurisdicción será denominado "Distrito de Fuego" y estará constituido por "zonas de fuego categorizadas como Zona N° 1, Zona N° 2, Zona N° 3 y Zona N° 4.

Los Concejos Municipales Provinciales deberán clasificar todas las áreas dentro de sus límites de jurisdicción en una o más de las zonas de fuego categorizadas en la forma antes mencionada. Si no se designa de otra manera cualquier área se computará dentro de la categoría de zona de fuego N° 4.

### **CONCORDANCIAS**

#### **LEY ORGANICA DEL CUERPO GENERAL DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERU**

#### **DECRETO LEGISLATIVO N° 324 de 25.01.85**

**Artículo 17°-** *San recursos y rentas del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú:*

- a) *Los bienes que son de su propiedad y las rentas que ellos generen;*
- b) *Los que otorga el Estado a través del Presupuesto General de la República;*
- c) *Las subvenciones, donaciones o legados otorgados a favor del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú;*
- d) *El Impuesto al consumo de energía eléctrica, cuyo monto se determinará de acuerdo a la siguiente escala: 0.5 % para el consumo comercial y el 1 % para el consumo industrial;*
- e) *El importe de los derechos que por concepto de asesoría en la instalación de servicios contra incendios y evacuación, cobre el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, de acuerdo a las condiciones que fije el Reglamento. Las Municipalidades Distritales deberán, en los casos de licencia de construcción de edificios superiores a los cinco pisos, recabar necesariamente la conformidad del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.*

**REGLAMENTO DE LEY ORGANICA DEL CUERPO  
GENERAL DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERU  
DECRETO SUPREMO N° 005-DE- INDECI DE 08.05.89.**

**TITULO IV**

**Artículo 65°.-** El Cuerpo constituye un Pliego Presupuestal Autónomo comprendido dentro del Sector Defensa. El titular del Pliego es el Comandante General de Bomberos Voluntarios del Perú.

**Artículo 66°.-** Son recursos financieros y rentas del Cuerpo:

- a) Las asignaciones del Tesoro Público que se consignan en el Presupuesto General de la República;
- b) Los bienes muebles e inmuebles de su propiedad, así como la renta que ellos generen;
- c) Las donaciones, subvenciones, legados en dinero; bienes y materiales;
- d) El impuesto al consumo de energía eléctrica, en los porcentajes de 0.5 % para el Consumo Comercial y 1 % para el Consumo Industrial;

e) El importe de los derechos que perciban por asesoría en las instalaciones de Servicios Contra Incendios y Evacuación. Los montos serán señalados por el Instituto Nacional de Defensa Civil;

f) El importe por las visaciones de planos para Sistemas Contra Incendios y Evacuación. El monto será señalado anualmente por el Instituto Nacional de Defensa Civil;

g) Los bienes propios que genere el Cuerpo;

h) Los ingresos que se generen por Contrato, Convenios y/o Servicios relacionados con protección Contra Incendio, Sistemas de Alarma, Servicios Medicos, etc. y,

i) El importe de la parte proporcional y/o total de las multas que se establezcan por violación de la ley vigente en materia de prevención y Lucha Contra Incendio, en donde el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú es la autoridad nacional competente.

**Artículo 67°.-** El Cuerpo se encuentra inafecto al pago de todo impuesto, contribución y tasa, inclusive del Impuesto General a la Renta y del Impuesto General a las Ventas.

**Artículo 68°.-** Los servicios de agua potable y energía eléctrica que preste el Estado y las Empresas del Estado en todo el territorio de la República al Cuerpo, es a título gratuito.

**Artículo 69°.-** El Cuerpo es una Entidad Perceptora de Asignaciones Cívicas deducibles del impuesto a la Renta, en las condiciones de que goce el sector más favorecido. El Comando Nacional directamente, o las jefaturas Departamentales por delegación, suscriben los Certificados correspondientes.

**Artículo 70°.-** Los bienes del Cuerpo son inembargables.

**Artículo 71°.-** El Cuerpo goza de franquicia postal para el despacho de la correspondencia oficial de sus organismos.

**Artículo 72°.-** Los vehículos del Cuerpo, que en cumplimiento de sus funciones circulan en el territorio nacional, están exonerados del pago de peaje.

**Artículo 73°.-** El personal activo del Cuerpo que viaje en transporte público de servicio urbano en todo el territorio de la República esta exonerado del pago de pasajes, Previa presentación de la credencial por los Organismos competentes.

**Artículo 74°.-** Las adquisiciones de equipos, materiales, vehículos y demás bienes, para el cumplimiento de los fines institucionales, así como la construcción de cuarteles y otras instalaciones operativas del Cuerpo, deben ser aprobados o coordinados por el Instituto Nacional de Defensa Civil, antes de su ejecución.

**Artículo 75°.-** La Alta Dirección del Cuerpo podrá suscribir contratos o convenios con personas jurídicas o naturales para realizar tareas o brindar servicios tendientes a cumplir con los fines institucionales. Los mismos serán puestos en conocimiento del Instituto Nacional de Defensa Civil dentro de Los quince (15) días siguientes a su vigencia.

**V-II-1.2 Edificios ubicados en más de una Zona de Fuego**

Un edificio o estructura que esté ubicado parcialmente en una zona de fuego y, parcialmente también en otra será considerado como incluido totalmente en la zona de fuego de mayor exigencia.

**V-II-1.3 Reglamentos de Zonificación**

El contenido de este capítulo se aplica a riesgos de fuego debiendo concordarse las zonas de fuego con los Reglamentos de Zonificación vigentes que regulen el uso de la tierra y los materiales o tipos de construcción.

**V-II-1.4 Edificaciones Temporales**

Edificaciones temporales tales como tribunas o estrados temporales, cobertizos, toldos o coberturas similares, cercos utilizados para la protección del público en relación a obra de construcción civil, podrán ser construidos dentro de las zonas de riesgo de fuego mediante permiso especial de la autoridad competente, por un período de tiempo limitado, debiendo ser totalmente desmantelado al expirar el periodo de tiempo estipulado en el Permiso.

**V-II-2 REQUISITOS DENTRO DE LA ZONA DE FUEGO N° 1**

**V-II-2.1 Edificaciones Permitidas**

Dentro de la zona de fuego N° 1 se permitirá únicamente los tipos de construcción que pueden clasificarse como "resistentes al fuego", los que son los siguientes:

- Construcciones de muros portantes y concretos.
- Construcciones aporcadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto, siempre que se clasifiquen dentro del "tipo resistente al fuego".
- Construcciones con elementos de acero, siempre que se clasifiquen dentro del "tipo resistente al fuego".

Para clasificarse dentro del tipo de clasificación "resistente al fuego", la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 4 horas, y la tabiquería interior no portante y techos una resistencia al fuego mínima de 2 horas. Estas resistencias al fuego se obtienen de las tablas en los Artículos V-II-6.1, V-II-7.1 y V-II-8.1.

**V-II-2.2 Ampliación o Reforma**

Dentro de la Zona de Fuego N° 1, no se permitirá la ampliación o, reforma de construcciones de otro tipo que los indicados arriba, salvo que la autoridad pertinente certifique que dicha ampliación o reforma no constituyen un aumento en el riesgo de fuego existente por causa de la construcción original.

**V-II-3 REQUISITOS DENTRO DE LA ZONA DE FUEGO N° 2**

**V-II-3.1 Edificaciones Permitidas**

Dentro de la Zona de Fuego N° 2 se permitirá únicamente los tipos de construcción que pueden clasificarse como "resistentes o semi resistentes al fuego", los que son los siguientes:

- Construcciones de muros portantes y concreto.
- Construcciones aporcadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto.
- Construcciones con elementos de acero siempre que se clasifiquen dentro del tipo semiresistente al fuego. Para clasificarse dentro del tipo o clasificación.

Para clasificarse dentro del tipo o clasificación "semiresistente al fuego", la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la tabiquería interior no portante y techos una resistencia al fuego mínima de 1 hora. Estas resistencias al fuego se obtienen de las tablas en los Artículos V-II-6.1, V-II-7.1 y V-II-8.1.

## V-II-4 REQUISITOS DENTRO DE LA ZONA DE FUEGO N° 3

### V-II-4.1 Edificaciones Permitidas

Dentro de la Zona de Fuego N° 3 se permitirá únicamente los tipos de construcción que pueden clasificarse como "resistente, o semi resistente al fuego", "incombustible con protección" o "combustible de construcción pesada", los que son los siguientes:

- Construcciones de muros portantes y concreto.
- Construcciones aporticadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto.
- Construcciones con elementos de acero siempre que se clasifiquen dentro del tipo incombustible con protección.
- Construcciones con elementos de madera siempre que se clasifiquen dentro del tipo combustible de construcción pesada.

Para clasificarse dentro del tipo de clasificación "incombustible con protección", los muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la estructura, muros resistentes, techos y tabiquería interior, una resistencia al fuego mínima de 1 hora. Estas resistencias al fuego se obtienen de las Tablas de los Artículos V-II-6.1, V-II-7.1 y V-II-8.1.

Para clasificarse dentro del tipo o clasificación "combustible de construcción pesada", se deberá cumplir con los mismos requisitos que para "incombustible con protección", pero permitiéndose al uso de madera gruesa según el Artículo VII-7.3.

### V-II-4.2 Ampliación o Reforma

Dentro de la Zona de Fuego N° 3, no se permitirá la ampliación o reforma de construcciones de otro tipo que los indicados en el Art. 4.1, salvo que la autoridad pertinente certifique que dicha ampliación o reforma no constituyen un aumento en el riesgo de fuego existente por causa de la construcción original.

## V-II-5 REQUISITOS DENTRO DE LA ZONA DE FUEGO N° 4

### V-II-5.1 Edificaciones Permitidas

Dentro de la Zona de Fuego N° 4 se permitirán todos los tipos de construcción establecidos en este reglamento según se tipifican en el Capítulo I del Título VII.

### V-II-5.2 Ampliación o Reforma

Dentro de la Zona de Fuego N° 4 se permitirán ampliaciones o reformas a construcciones de todos los tipos establecidos en este reglamento.

## V-II-6 REQUISITOS DE PROTECCION PARA LA ESTRUCTURA

### V-II-6.1 Requisitos para clasificar la Estructura por su Resistencia al Fuego

La estructura de los tipos de construcción que se identifican en el Capítulo I del Título VII como:

- Construcciones de muros portantes y concreto.
- Construcciones aporticadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto, y
- Construcciones con elementos de acero, para obtener la resistencia al fuego requerida por cada clasificación deberán cumplir con los recubrimientos de protección mínima para sus componentes de acero según lo que se detalla en la tabla siguiente:

TABLAS DE RECUBRIMIENTOS MINIMOS DE PROTECCION AL FUEGO ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROTEGIDOS	MATERIAL AISLANTE	RECUBRIMIENTO MINIMO POR MATERIAL AISLANTE (en pulgadas) CATEGORIAS		
		RESIST. AL FUEGO (6 Hrs.)	SEMI RESIST. AL FUEGO (2Hrs.)	INCOMBUST. CON PROTECCION (1 Hrs.)
ARMADURA EN VIGAS Y COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO.	CONCRETO ESTRUCTURAL	1 1/2	1 1/2	1 1/2
ARMADURA EN VIGUETAS DE CONCRETO	CONCRETO ESTRUCTURAL	1 1/4	1	3/4
ARMADURAS Y AMARRES EN LOSAS DE PISOS Y TECHOS	CONCRETO ESTRUCTURAL	1	3/4	3/4
COLUMNAS DE ACERO Y TODOS LOS ELEMENTOS DE TIJERAS PRINCIPALES	CONCRETO ESTRUCTURAL	2 1/2	1 1/2	1
ELEMENTOS DE 6x6	CONCRETO ESTRUCTURAL	2	1	1
ELEMENTOS DE 6x8	CONCRETO ESTRUCTURAL	1 1/2	1	1
ELEMENTOS DE 12 x 12	CONCRETO ESTRUCTURAL	2	1	1
VIGAS DE ACERO				
TENDONES EN VIGAS PRE O POST ESFORZADAS	CONCRETO ESTRUCTURAL	4 +	2 1/2 +	1 1/2
TENDONES EN PLACAS PRE O POST ESFORZADAS	CONCRETO ESTRUCTURAL		1 1/2	1

ESTE ESPESOR SE PROTEGERA CONTRA DESCASCAMIENTO CON ESTRIBOS CON ESPACIAMIENTO NO MAYOR AL PERALTE DEL ELEMENTO, DEBIENDO ESTOS ESTRIBOS TENER UN RECUBRIMIENTO NETO DE 1 PULGADA

La estructura de las construcciones con elementos de madera del "tipo combustible de construcción pesada" se reputara que tiene una duración bajo la acción del fuego de una hora.

### V-II-6.2 Estructuras no clasificadas por su resistencia al fuego

Se considerará que los siguientes tipos de construcción no poseen resistencia al fuego significativa:

- Construcciones con elementos de madera de la clasificación combustible de construcción ordinaria.
- Construcciones con elementos de acero, de la clasificación sin protección.
- Las construcciones de adobe o suelo estabilizado con paramentos y techos ligeros.

## V-II-7 REQUISITOS DE PROTECCION PARA LOS PISOS Y TECHOS

### V-II-7.1 Requisitos para clasificar los pisos o techos por su resistencia al fuego

Los pisos o techos de los tipos de construcción que se identifican en el Capítulo I del Título VII como:

- Construcciones de muros portantes y concreto.
- Construcciones aporticadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto, y
- Construcciones con elementos de acero, para tener la resistencia al fuego requerida por cada clasificación, deberán tener

los espesores mínimos según lo que aparece en la tabla a continuación:

TABLA DE ESPESORES MÍNIMOS PARA PROTECCIÓN AL FUEGO PISOS, TECHOS Y CIELO RASO				
CONSTRUCCIÓN DE PISOS O TECHOS	CONTRUCIÓN DE CIELO RASO	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORÍA		
		RESIST. AL FUEGO (4 Hrs.)	SEMI RESIST. AL FUEGO (2 Hrs.)	INCOMBUST. CON PROTECCIÓN (1 Hrs.)
LOSA DE CONCRETO SEGUN ART. V-II-6.1	NINGUNO	6 1/2	4 1/2	3 1/2
LOSA DE CONCRETO SEGUN ART. V-II-6.1	ENLUCIDO DE YESO O MORTERO CONTRA EL FONDO DEL TECHO	6	4	3
ALIGERADO DE VIGUETAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL Y LADRILLO HUECO DE TECHOS SEGUN ART. V-II-6.1	ENLUCIDO DE YESO O MORTERO CONTRA EL FONDO DEL TECHO		6" DE LADRILLO Y 2" DE LOSA	
IDEN	NINGUNO			5 1/2 (4" DE LADRILLO 1 1/2" DE LOSA)
VIGUETAS DE CONCRETO	CIELO RASO SUSPENDIDO DE VERMICURITA DE 1" DE ESPESOR MÍNIMO COLGADO 6" DEBAJO DE LAS VIGUETAS	3 (sólo losa)	2 (sólo losa)	
VIGUETAS DE ACERO CON LOSA DE CONCRETO	CIELO RASO ENLUCIDO EN MALLA INCOMBUSTIBLE ASEGURADA CONTRA EL FONDO DE LAS VIGUETAS DE ESPESOR MÍNIMO 5/8" Y MORTERO 1/3		2 1/4 (sólo losa)	2 (sólo losa) COMBUSTIBLE CONSTRUCCIÓN PESADA
VIGUETAS DE MADERA CON PISO DOBLE DE MADERA	CIELO RASO ENLUCIDO EN MALLA INCOMBUSTIBLE ASEGURADA CONTRA EL FONDO DE LAS VIGUETAS DE ESPESOR MÍNIMO 3/4" Y MORTERO 1/3			2 (ENTABLADO DOBLE DE MADERA CON TABLAS DE 1" NOMINAL EN CADA CAPA Y PAPEL AISLANTE DE ASBESTO DE 14 LIBRAS MÍNIMO ENTRE LAS CAPAS)

## V-II.8 REQUISITOS DE PROTECCIÓN PARA PAREDES Y TABIQUES

### V-II-8.1 Requisitos para clasificar las paredes o tabiques por su resistencia al fuego

Las paredes o tabiques de los tipos de construcción que se identifican en el Capítulo I del Título VII como:

- Construcciones de muros portantes y concreto.
- Construcciones aporricadas de concreto.
- Construcciones especiales de concreto, y
- Construcciones con elementos de acero; para tener la resistencia al fuego requerida por cada clasificación deberán tener los espesores mínimos según lo que aparece en la tabla a continuación:

TABLA DE ESPESORES MÍNIMOS PARA PROTECCIÓN AL FUEGO PAREDES Y TABIQUES				
Materiales de PAREDES O TABIQUES	CONTRUCIÓN	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORÍA		
		RESIST. AL FUEGO (4 Hrs.)	SEMI RESIST. AL FUEGO (2 Hrs.)	INCOMBUST. CON PROTECCIÓN (1 Hrs.)
CONCRETO ARMADO	SOLIDO SIN ENLUCIR	6 1/2	4 1/2	3 1/2
LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA CALCAREOS O DE	LADRILLOS SOLIDOS SIN ENLUCIR	8	6	4
BLOQUES HUECOS DE CONCRETO	ESPESOR MÍNIMO DE CASCARON 2 1/4 SIN ENLUCIR	8		
	ESPESOR MÍNIMO DE CASCARON 1 3/4 SIN ENLUCIR	12		
	ESPESOR MÍNIMO DE CASCARON 1 3/8 SIN ENLUCIR		8	6
LADRILLOS HUECOS DE ARCILLA COCIDA, NO PORTANTES	DOS CELDAS MÍNIMO DENTRO DEL ESPESOR DE LA PARED, ENLUCIDO EN AMBAS CARAS		7	5
	TRES CELDAS MÍNIMO DENTRO DEL ESPESOR DE LA PARED, ENLUCIDO EN AMBAS CARAS	12		
BLOQUEO	ENLUCIDO SIN ENLUCIR	6	4	3
TABIQUE SOLIDO DE MORTERO O YESO	ARMAZON INTERNO INCOMBUSTIBLE			2
PANALES DE YESO PRENSADO				2
TELAR CON ARMAZON INTERNO INCOMBUSTIBLE	ENLUCIDO DE YESO APLICADO CONTRA MALLA INCOMBUSTIBLE 3/4" EN CADA LADO PARA 1 HORA Y 1" EN CADA LADO PARA 2 HORAS		4 1/2	3
TELAR CON PIE DERECHOS DE MADERA, CON TIRO BLOQUEADO	ENLUCIDO DE YESO APLICADO CONTRA MALLA INCOMBUSTIBLE, 3/4" EN CADA LADO			5

## VI-II-9 REQUISITOS DE PROTECCIÓN PARA LOS ACABADOS INTERIORES

### VI-II-9.1 Alcance

Se entenderá por acabados interiores las superficies interiores expuestas de los edificios donde la superficie es una parte integral del edificio o permanentemente asegurado al mismo. Para los efectos de este Artículo, no se consideran como acabados interiores la pintura, empapelado, alfombrados, cortinas y similares ni mobiliarios en general.

### V-II-9.2 Clasificación

Los materiales para acabados interiores se clasificarán en relación a sus características de propagación de llamas en las tres categorías siguientes:

CLASIFICACION DEL MATERIAL SEGUN SU CARACTERISTICA DE PROPAGACION DE LLAMA	
CATEGORIA	INDICE DE PROPAGACION DE LLAMA
I	00 a 25
II	26 a 75
III	76 a 225

### V-II-9.3 Índice de propagación de llama

Los índices de propagación de llama antes mencionados se obtendrán donde el asbesto obtiene un índice de 0 y el doble rojo un índice de 100 mediante la denominada prueba del túnel, pudiéndose aceptar otros procedimientos de pruebas reconocidas que den resultados comparables a los de la "Prueba del túnel" antes citada.

### V-II-9.4 Características de combustión

La densidad del humo no será mayor que la obtenida de la combustión de madera natural bajo condiciones similares y los productos de combustión no serán más tóxicos que los productos por la combustión de madera bajo condiciones similares.

### V-II-9.5 Medios de escape verticales cerrados. Requisitos para el uso de acabados interiores

Los acabados interiores serán de la categoría I.

*Escaleras y corredores de escape requeridos en este reglamento.*

Los acabados interiores serán cuando menos de la categoría II.

*Edificaciones de ocupancia institucional.*

Los acabados interiores de la totalidad de la edificación, cuando está ésta dedicada a una ocupancia institucional, serán cuando menos de la categoría II, salvo que la edificación esté equipada con esparcidores automáticos.

*Edificaciones de más de ocho pisos o 24 mts. de altura.*

Los acabados interiores de edificaciones de más de ocho pisos o 24 metros de altura, serán cuando menos de la categoría II, excepto que en habitaciones o espacios con un área menor de 150 m<sup>2</sup>, los acabados interiores podrán ser de la categoría III, Inciso V-II-9.2.

### Otras Edificaciones.

Los acabados interiores para edificaciones no contempladas en los párrafos anteriores, serán cuando menos de la categoría III, Inciso V-II-9.2, salvo autorización expresa y por escrito en forma oficial de la autoridad competente.

### V-II-9.6 Colocación de los acabados interiores

Los acabados interiores deberán ser colocados directamente contra una base de material incombustible, o de material de la categoría I, Inciso V-II-9.2.

Los índices de Propagación de llama estipulados se aplicarán tanto a la cara expuesta cuanto a la cara posterior de los materiales de acabados interiores, salvo que estén aplicados directamente contra una base incombustible, en cuyo caso no será necesario aplicarlos a la cara posterior.

### V-II-10 REQUISITOS DE CIERRE PARA ABERTURAS VERTICALES

#### V-II-10.1 Requisitos de cierre

Las aberturas verticales deberán, necesariamente, estar provistas de cierre perimetral completo, con una resistencia al fuego mínima de 2 horas, para las construcciones clasificadas como del tipo resistente al fuego y semi-resistente al fuego, y de 1 hora para las construcciones de otras clasificaciones.

#### V-II-10.2 Muros y tabiques de cierre

Muros y tabiques que encierren elevadores o escaleras mecánicas, cumplirán además de los requisitos de resistencia al fuego del párrafo anterior, los requisitos para muros y tabiques que se especifican para los tipos de construcción en el Título VII. Los ductos de ascensor que se prolonguen más de dos pisos, deberán ser equipados con ventilación adecuada al y a través del techo principal de la edificación.

#### V-II-10.3 Edificaciones de uso Industrial

En edificaciones de uso industrial, donde dichas edificaciones están equipadas con sistemas de extinguidores de incendio en la totalidad de su área, no será obligatorio el requisito de cierre para aberturas verticales, siempre que alrededor de la abertura en cada piso se provea una cortina de tiro. Esta cortina de tiro cubrirá el perímetro de la abertura no cerrada y se extenderá del techo hacia abajo 30 cm. en todos los lados. Esparcidores automáticos se proveerán alrededor de la abertura y dentro de los 60 cm. de la cortina de tiro. La distancia entre esparcidores no excederá 1.80 m. entre ejes.

#### V-II-10.4 Otras aberturas verticales

Aberturas verticales, otras que las mencionadas en los párrafos anteriores, tales como ductos y ventilación, de basura, de acceso, o de otros usos, deberán tener muros de cierre perimetrales que cumplan los requisitos de este capítulo y los estipulados para el tipo de construcción correspondiente en el Título VIII.

Los ductos de basura, de ropa o similares deberán terminar en cuartos separados del resto de la edificación, por muros de separación de ocupancia con una resistencia del fuego mínima de 1 hora. Las aberturas a dichos ductos no podrán ser ubicadas en corredores o escaleras de escape requeridas.

#### V-II-10.5 Ductos de aire

Ductos de aire que pasen a través de un piso deberán ser encerrados en una caja en forma similar y de acuerdo a los requisitos estipulados en el Artículo 10.4.

#### V-II-10.6 Escaleras y corredores de escape

Las escaleras y corredores de escape deberán ser protegidos por muros de cierre, con una resistencia al fuego mínima de dos horas y los que no deberán tener aberturas otras que las puertas de escape y aberturas a áreas exteriores no construidas. Los muros de cierre deberán incluir y proteger también los descansos y partes de los pisos que conectan tramos de las escaleras y también deberán incluir un corredor en el primer piso que lleve desde la escalera hasta el exterior de la edificación. Una escalera con cierre de protección no será continua a un nivel inferior al primer piso, a no ser que esté equipada con una barrera aprobada en el primer piso que imposibilite a las personas que evacúan el edificio de continuar bajando accidentalmente al sótano. El espacio bajo escaleras protegidas no podrá ser empleado para uso alguno.

#### V-II-10.7 Escaleras y corredores de escape a prueba de humo

En edificaciones mayores de cuatro pisos se requerirán dos escaleras, una de las cuales deberá tener muros de cierre a prueba de humo. Las escaleras y corredores de escape a prueba de humo deberán cumplir los requisitos del artículo V-II-10.6 y además deberá ser continua del primero al último piso, con cierre continuo y con acceso únicamente a través de un vestíbulo que separe en forma continua la caja de la escalera del resto de la edificación, de tal forma que los escapes antes de desembocar en la caja de la escalera pasen forzosamente por el vestíbulo, el que deberá tener cuando menos, un muro abierto en un 50% al exterior. Las puertas de acceso al vestíbulo y a la escalera deberán ser puertas de fuego de cierre automático y con resistencia al fuego mínima de una hora. El cierre del vestíbulo cumplirá los mismos requisitos del Artículo V-II-10.6.

#### V-II-11 ABERTURAS EN MUROS O TABIQUES CLASIFICADOS RESISTENTES AL FUEGO

Las aberturas para puertas o ventanas en muros o tabiques clasificados resistentes al fuego, deberán regirse por las estipulaciones de este capítulo. Al usarse la designación muros resistentes al fuego, se tendrá por comprendidos en ella también a los tabiques resistentes al fuego.

#### V-II-11.1 Muros resistentes al fuego con separación horizontal de 1.50 mts.

En estos muros no se admitirán aberturas de clase alguna.

#### V-II-11.2 Muros resistentes al fuego con separación horizontal mayor de 1.50 mts. y menor de 3.00 m.

La suma de aberturas de estos muros no podrá exceder el 30% del área de la superficie de los muros, y estas aberturas serán protegidas por puertas y ventanas resistentes al fuego

con una resistencia mínima al fuego de 3/4 partes de la del muro resistente al fuego; y ninguna abertura individual podrá ser mayor al 10% del área de la superficie del muro.

#### V-II-11.3 Muros resistentes al fuego con separación horizontal mayor de 3.00 m. y menor de 10.00 m.

La suma de aberturas en estos muros no podrá exceder del 50% del área de la superficie de los muros y estas aberturas serán protegidas por puertas y ventanas de construcción normal.

#### V-II-11.4 Muros resistentes al fuego con separación horizontal mayor de 10 m.

Estos muros no tendrán limitación en la proporción de aberturas que puedan tener.

#### V-II-11.5 Edificaciones para ocupancias que impliquen riesgos de fuego

Las normas indicadas en los párrafos superiores se aplican a ocupancias usuales que no implican mayor riesgo de fuego. Para otras ocupancias tales como usos industriales, de almacenaje de materiales inflamables, estacionamiento de vehículos o con combustibles, etc., se reducirá la proporción de aberturas permisibles y se protegerán éstas con puertas y ventanas resistentes al fuego según especifique la norma pertinente de cada ocupancia en particular.

#### V-II-12 PUERTAS Y VENTANAS RESISTENTES AL FUEGO

Donde sea necesario de acuerdo a este reglamento proteger las aberturas en muros o tabiques clasificados resistentes al fuego, con puertas o ventanas igualmente resistentes al fuego, éstas deberán ceñirse a lo estipulado en esta sección.

#### V-II-12.1 Resistencia al fuego de puertas y ventanas resistentes al fuego

Las puertas y ventanas resistentes al fuego deberán tener cuando menos una resistencia al fuego equivalente a 3/4 de la resistencia al fuego requerida para el muro en cuyas aberturas se haya requerido puertas y ventanas resistentes al fuego.

#### V-II-12.2 Puertas resistentes al fuego

Se aceptarán puertas resistentes al fuego de los siguientes tipos de construcción:

Puertas de planchas de metal construidas de planchas de metal de un grosor no menor al N° 26 aseguradas a un marco de acero dejando un espacio entre paneles no menor de una pulgada, espacio que deberá ser relleno en su integridad con asbesto.

- Puertas de paneles de madera con marcos no menores de 2 pulgadas de espesor con planchas no menores de 3/4 pulgadas de espesor revestidas íntegramente de metal no menor al número 26 por ambas caras y todo el contorno ajustado y debidamente asegurado a la madera.
- Puertas similares a las anteriores pero recubiertas con planchas de asbesto de 1/4 de pulgada en lugar de metal y con todos los bordes protegidos por plancha de metal con espesor mínimo N° 26.
- En la construcción de puertas resistentes al fuego no se usará soldadura que no sea directamente de acero. Las planchas de metal se asegurarán con clavos o tornillos a la madera y con pernos, remaches o soldadura de acero al armazón de acero.
- No se admitirán aberturas vidriales en puertas de fuego que deban tener una resistencia al fuego mayor en una hora.
- Las puertas de fuego deberán encajar en forma ajustada a sus respectivos marcos los que deberán tener igual resistencia al fuego constituyendo una barrera efectiva contra el fuego y el humo. La luz bajo la puerta no excederá a 1/4 de pulgada.

### V-II-12.3 Ventanas resistentes al fuego

Donde se requieren ventanas resistentes al fuego con una resistencia al fuego mayor a una hora, las ventanas deberán cumplir con todos los requisitos estipulados en el Artículo 12.2 para las puertas resistentes al fuego.

Donde se requieren ventanas resistentes al fuego, con una resistencia al fuego menor a una hora, pero mayor a tres cuartos de hora, éstas deberán cumplir con lo siguiente:

Las ventanas deberán tener marcos y hojas compuestas de elementos de acero sólidos, huecos o de fierro fabricados a presión, por engrampe, remachados; o soldados con soldadura de acero, no permitiéndose el uso de soldaduras de bronce, plomo o aleaciones de baja temperatura. El vidriado no podrá ser menor de 1/4 de pulgada de espesor y deberá ser reforzado con malla de alambre N° 24 o de mayor grosor embebido en el vidrio con aberturas no mayores de una pulgada cuadrada. Vidrio que no cumpla con estos requisitos podrá ser usado siempre que se haya comprobado su resistencia al fuego mediante las pruebas correspondientes. El vidrio deberá estar asegurado con juntillos de acero. La dimensión máxima de cada vidrio aisladamente no podrá exceder 4,500 cm<sup>2</sup>, o sea 67 cm. x 67 cm. y el área total vidriada no podrá exceder de 8 m<sup>2</sup> con ninguna dimensión mayor de 3.60 m.

## V-II-13 HOGARES, BARBACOAS, CHIMENEAS, CONDUCTOS DE FUEGO Y APARATOS PRODUCTORES DE CALOR

### V-II-13.1 Hogares, barbacoas, etc. Generalidades

Los hogares, barbacoas, recámaras de humo y chimeneas de hogares serán de mampostería sólida o concreto armado conformando los requisitos mínimos especificados en este capítulo. Cuando se mencionen hogares se entenderán también barbacoas y artefactos similares.

### V-II-13.2 Paredes de los hogares

Las paredes de los hogares no tendrán espesor menor de 20 cm. Las paredes de las cajas de fuego no tendrán espesor menor que 25 cm., excepto que al estar recubiertas con ladrillo refractario, este espesor podrá reducirse a 20 cm.

La caja de fuego tendrá una profundidad mínima de 50 cm.

### V-II-13.3 Campanas de extracción

Campanas de extracción que se usen como parte de un hogar o barbacoa tendrán un espesor no menor al N° 18 y serán de cobre, acero galvanizado u otro metal ferroso de equivalente resistencia a la corrosión con todas las uniones y conexiones a prueba de fuego y humo. Las campanas tendrán un ángulo de 45 grados o más del horizontal y se extenderán cuando menos 15 cm. mas allá de los límites horizontales de la caja de fuego. Las campanas metálicas tendrán una separación mínima de 45 cm. de cualquier material combustible.

### V-II-13.4 Recámara de fuego

Las paredes frontales y laterales de la recámara de fuego no tendrán espesor menor de 20 cm. y los posteriores no menor de 15 cm.

### V-II-13.5 Chimenea del hogar

Las paredes de la chimenea del hogar sin revestimiento del conducto tendrán cuando menos 20 cm. de espesor. Dichas paredes con revestimiento del conducto tendrán un espesor no menor de 10 cm.

### V-II-13.6 Dintel

La mampostería encima de la abertura del hogar estará soportada por un dintel resistente al fuego.

### V-II-13.7 Base del hogar

Toda base de hogar estará provista de una losa de concreto, piedra, ladrillo y otro material aprobado y se extenderá cuando menos 50 cm. horizontalmente alrededor del hogar.

Esta losa tendrá un espesor no menor a 10 cm. y estará apoyada por estructura no combustible.

### V-II-13.8 Separación de Materiales combustibles

No se permitirá colocar materiales combustibles dentro de los 10 cm. del hogar, cámara de humo, o chimeneas ni de los 20 cm. de la abertura del hogar.

### V-II-13.9 Área neta del conducto y garganta

El área neta del conducto y de la garganta entre la caja de fuego y la recámara de humo, no deberá ser menor que la estipulada para los conductos de fuego en la tabla pertinente.

### V-II-13.10 Cimentación y apoyo del hogar

Los hogares estarán apoyados en una cimentación o estructura adecuada.



#### V-II-13.11 Chimeneas y conductos de fuego

Toda chimenea será construida e instalada de acuerdo con los requisitos especificados en esta sección.

#### V-II-13.12 Tiro

Toda chimenea deberá producir el retiro suficiente en el lugar del artefacto no menor que el tiro requerido para la segura operación del artefacto al cual está conectada.

#### V-II-13.13 Requisito estructural

Las chimeneas serán diseñadas, ancladas, apoyadas y reforzadas de acuerdo a las normas de diseño estructural contenidas en este Reglamento Nacional.

#### V-II-13.14 Muros para chimeneas de mampostería o concreto

Las chimeneas de mampostería o concreto deberán tener muros que cumplan con los siguientes requisitos para asegurar protección del fuego:

- Los muros de las chimeneas para artefactos residenciales tendrán espesor no menor de 10 cm. y deberán llevar recubrimiento interior.
- Los muros de las chimeneas para artefactos de bajo calor, tendrán un espesor mínimo de 20 cm. y deberán llevar recubrimiento interior.
- Los muros de chimeneas para artefactos de calor medio tendrán un espesor mínimo de 20 cm. y además tendrán recubrimiento interior de 10 cm. de ladrillo refractario.
- Los muros de chimeneas para artefactos de alto calor tendrán doble pared, cada una de 20 cm. de espesor con un espacio libre de 5 cm. entre paredes. La parte interior de las paredes interiores, será de ladrillo refractario con espesor no menor de 10 cm.
- Los muros de chimeneas para incineradores instalados en edificios de varios pisos (incineradores del tipo departamento) en los que se use el ducto de la chimenea como ducto de basura y donde el área horizontal de rejilla de la cámara de la combustión no exceda 0.81 mts. cuadrados, tendrán paredes con espesor no menor de 10 cm. y con recubrimiento refractario interior. Si el área de la rejilla del incinerador excede de 0.81 mts. cuadrados las paredes serán cuando menos de 10 cm. de espesor y deberán además llevar recubrimiento interior de ladrillo refractario de 10 cm. de espesor, excepto que 10 mts. encima de la cámara de combustión las paredes podrán ser de ladrillo corriente de 20 cm. sin recubrimiento adicional.
- Los muros de chimeneas para incineradores comerciales y de tipo Industrial de tamaño no mayor al requerido para recibir 250 lbs. de basura por hora y teniendo un área de rejilla que no exceda 0.81 mts. cuadrados, tendrán muro de espesor no menor de 10 cm. con recubrimiento interior de ladrillo refractario no menor de 10 cm. Si la capacidad de basura o área de rejilla antes mencionada, son excedidas, las paredes tendrán un espesor no menor de 20 cm. con recubrimiento interior de ladrillo refractario con espesor no menor de 10 cm.

#### V-II-13.15 Recubrimiento Interior

El recubrimiento interior no será menor de 3/4 de pulgada de arcilla refractaria. El recubrimiento de arcilla refractaria será colocado antes de la construcción de la chimenea conforme se va progresando.

En forma alterna a la arcilla refractaria, se podrá usar ladrillo refractario con espesor mínimo de 5 cm.

#### V-II-13.16 Altura

Toda chimenea deberá extenderse cuando menos 60 cm. encima de la parte del techo por la que pasa y cuando menos 60 cm. encima del punto más alto de la edificación dentro de los tres metros de radio horizontal de la chimenea. Para alturas mayores de 600 mts. sobre el nivel del mar la autoridad competente deberá determinar la altura mínima de la chimenea.

#### V-II-13.17 Terminación

Todas las chimeneas de incineradores deberán terminar en una barrera contra chispas y carbones encendidos de construcción pesada y con reticulado no mayor de 3/4 de pulgada.

#### V-II-13.18 Registros

Se proveerán registros para limpieza en la base de toda chimenea de mampostería.

#### V-II-13.19 Separación de Materiales Combustibles

No se permitirá colocar materiales combustibles dentro de los 10 cm. de las paredes de mampostería de las chimeneas o cámaras de humo.

#### V-II-13.20 Area

Ningún ducto de chimenea podrá tener un área menor que el ducto de conexión del artefacto al cual sirve, ni podrá ser menor que lo estipulado en la tabla siguiente, salvo que métodos de ingeniería aprobados por la autoridad competente, hayan sido utilizados para diseñar el sistema. Las áreas indicadas en la tabla son válidas hasta alturas de 600 metros sobre el nivel del mar.

Para alturas superiores deberá consultarse a la autoridad competente para definir el área mínima del ducto de chimenea.

TABLA DE AREAS MINIMAS DEL DUCTO			
TIPO DE CHIMENEA DE MAMPOSTERIA	AREA DE SECCION MINIMA		
	REDONDA cm <sup>2</sup>	CUADRADO O RECTANGULAR cm <sup>2</sup>	REVESTIDA CON LADRILLO REFRACTARIO O SIN REVESTIR cm <sup>2</sup>
RESIDENCIAL	325	325	550
HOGAR	1/12 DE LA ABERTURA Y MINIMO 325	1/10 DE LA ABERTURA Y MINIMO 420	1/8 DE LA ABERTURA Y MINIMO 650
CALOR BAJO	325	370	880
INCINERADORES			
TIPO DEPARTAMENTO			
1 ABERTURA	1270		
2 A 6 ABERTURAS	2100		
7 A 14 ABERTURAS	3060		
15 O MAS ABERTURAS	3006 MAS 0.05 cm. POR CADA ABERTURA ADICIONAL.		NO SE APLICA

#### V-II-13.21 Chimeneas de Otro Tipo

Chimeneas otras, que de mampostería o concreto, podran ser usadas únicamente cuando dichas chimeneas sean fabricadas en talleres competentes donde su funcionamiento satisfactorio sea debidamente comprobado a satisfacción de la autoridad competente, y cuando su instalación en la obra, sea efectuada en estricto cumplimiento con las especificaciones comprobadas del fabricante.

#### V-II-14 APARATOS PRODUCTORES DE CALOR

Chimeneas otras, que de mampostería o concreto deberán ser aisladas de toda fábrica por muros continuos resistentes al fuego con una resistencia mínima de dos horas y no se admitirán materiales combustibles dentro del perímetro de dichos muros aislantes.

##### V-II-14.1 Generalidades

Aparatos productores de calor, otros que, artefactos aprobados para uso en instalaciones interiores de edificaciones que funcionan a base de gas, petróleo o aceite combustible, electricidad, o combustibles sólidos, requieran aprobación especial para su instalación y su uso en edificaciones. En la instalación de los artefactos aprobados antes mencionados se tomarán las precauciones convenientes para evitar el riesgo o daños que pueda producir a terceros el mal funcionamiento de dichos aparatos o de sus sistemas complementarios y de abastecimiento de combustible.

##### V-II-14.2 Calderos

Los calderos deberán ser encerrados por paredes con resistencia al fuego no menor de 4 horas y con pisos y techos con resistencia al fuego no menor de 3 horas. Las entradas y salidas a los cuartos de calderos deberán estar equipadas con puertas de resistencia al fuego correspondiente a la pared.

Donde dichos calderos, no generan presiones superiores a 15 lb. por pulgada cuadrada, el cierre de los mismos será con paredes de resistencia al fuego de 3 horas, y pisos y techos con resistencia al fuego mínimo de 2 horas.

Los cuartos de calderos deberán tener ventilación adecuada y deberán ser conectados a una chimenea o conducto de fuego aprobados.

#### V-II-14.3 Incineradores

Se permitirá el uso de incineradores para la eliminación de basura, únicamente en lugares donde lo autorice la autoridad competente, asegurándose que la operación de los mismos no constituye una molestia o riesgo de fuego. Dichos incineradores serán construidos siguiendo el diseño y normas reconocidas sobre la materia que garanticen la seguridad de los mismos.

#### CONCORDANCIA:

*Ver en Normas complementarias al Título III el "Reglamento de Aseo Urbano."*

#### V-II-14.4 Motores Térmicos de Combustión

Se permitirá la instalación de motores térmicos de combustión interna únicamente en las edificaciones donde lo autorice la autoridad competente, la que deberá obtener la aprobación de las personas afectadas por el ruido de tal instalación en audiencia pública. Tales motores de combustión interna deberán ser encerrados por paredes, pisos y techos con resistencia al fuego no menor de dos horas, los accesos a los cuales deberán estar protegidos por puertas resistentes al fuego. Estos cuartos deberán estar equipados con ventilación adecuada y con ductos de escape que permita la eliminación directa de los productos de combustión al exterior. Dichos ductos de escape deberán estar equipados con silenciadores adecuados. El abastecimiento de combustible para dichas instalaciones deberán ser en tanques enterrados en el subsuelo debidamente protegidos contra el riesgo de explosión y provistos de válvulas que permitan el cierre de paso de los combustibles hacia y fuera de cada tanque.

#### V-II-15 SISTEMAS DE EXTINCION DE INCENDIOS

##### V-II-15.1 Requisitos de Grifos contra Incendio

Todo edificio estará equipado con grifos contra incendios según los requisitos siguientes:

- Edificaciones mayores de un piso y 15 mts., pero no mayores a veinte metros de altura, tendrán grifos contra incendios con diámetros no menores de 4 pulgadas.
- Edificaciones mayores de 1 piso y mayores de 20 metros de altura, tendrán grifos contra incendios con diámetros no menores de 6 pulgadas.
- Los estrados dispuestos para obras de teatro, ópera o funciones similares, deberán estar equipados con un grifo contra incendios de diámetro mínimo de 2 1/2 pulgadas en cada lado del estrado. En todo lo que no se oponga al Reglamento de Instalaciones Sanitarias.

### V-II-15.2 Número de Grifos

El número de grifos contra incendio será tal que la totalidad de cada área de piso pueda ser alcanzada dentro de los diez metros por un **nozzle** pico supuestamente conectado a 30 metros de manguera conectada al grifo.

### V-II-15.3 Ubicación de Grifos

Los grifos estarán ubicados en forma tal que estén protegidos contra daños mecánicos y contra fuego. Los grifos estarán ubicados como sigue:

- Dentro de la caja de la escalera.
- En los muros exteriores dentro de 30 cm. de una escalera o escape exterior; o
- Tan cerca de una escalera como sea posible.

### V-II-15.4 Instalación de Grifos

Los grifos serán de hierro forjado o acero y diseñados para resistir las presiones a las que sean sujetos, pero en ningún caso será menores a 100 lbs. por pulgada cuadrada, en exceso a la presión estática del agua debido a la altura del montante. Los montantes se extenderán desde la parte más baja hasta la más alta de la edificación. Las conexiones a cada ingreso de agua estarán provistas de una válvula de compuerta y de una válvula check.

Las conexiones de cada piso serán de 2 1/2 pulgadas y las válvulas no podrán estar a una altura mayor de 1.80 mts. Se usaran únicamente válvulas, accesorios y elementos complementarios de calidad reconocida y aprobada por la autoridad competente.

Las conexiones para uso del departamento de bomberos estarán equipadas con conexiones siamesas aprobadas para uso exterior conectadas mediante tubo de cuatro pulgadas como mínimo. Cada montante tendrá una conexión siamesa, la que deberá estar colocada entre 50 cm. y 90 cm. del nivel de la acera. El hilo en estas conexiones será uniforme y del mismo tipo del usado por el departamento de bomberos. Las conexiones a los siameses estarán equipadas con válvulas check de tipo aprobado.

### V-II-15.5 Mangueras de Grifos

Los grifos ubicados dentro del edificio estarán conectados a mangueras aprobadas de 1 1/2 o 2 1/2 pulgadas, conectadas a un pilón aprobado suficiente para llegar a todos los lugares del edificio. La manguera estará almacenada en colgadores de mangueras aprobadas en compartimientos adecuados.

### V-II-15.6 Abastecimiento de Agua para Grifos

El abastecimiento de aguas será suficiente para proveer cuando menos 250 gal. por minuto para un montante y no menos de 400 gal. por minuto donde se requieran dos o más por un período de 12 1/2 min. La presión de flujo en los grifos del último piso de la edificación no será menor de 20 lbs. por pulgada cuadrada. Donde la presión hidrostática en cualquier grifo para manguera de 1 1/2 pulgada, excede 100 lbs. por pulgada cuadrada, se proveerá un reductor de presión aprobado para que la presión al pitón sea aproximadamente 80 lbs. por pulgada cuadrada. Cuando el tanque que aprovisiona el montante contra incendio es usado también para el agua de uso doméstico, la salida para el uso doméstico estará a altura suficiente encima del fondo para reservar siempre el saldo de agua requerida contra incendio. Al terminar la instalación se probará a 200 pulgadas por 2 horas o a

la presión operativa más 50 psi. la que fuera mayor.

### V-II-15.7 Requisitos de Esparcidores

Se requerirá esparcidores automáticos de agua en los siguientes casos:

- Edificaciones de más de dos pisos usadas para manufactura, venta o almacenaje de materiales o mercadería combustible y con área superior a los 1,000 mts. cuadrados de construcción resistente al fuego.
- Edificaciones del párrafo anterior y con un área superior a 800 metros cuadrados de construcción incombustible con protección.
- Edificaciones del párrafo anterior y con área superior a 800 mts. cuadrados, de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.
- Edificaciones de altura mayor de 15 mts., usadas para depósito de materiales o mercaderías combustibles de construcción semi resistente al fuego con protección.
- Edificaciones de altura mayor de 10 mts. usadas para almacenaje de materiales y mercaderías combustibles de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.
- Edificaciones mayores de 2 pisos o mayores de 200 mts. cuadrados en cada piso encima del primero que no tienen acceso aceptable. Se reputará acceso aceptable una abertura a nivel de cada piso de 80 cm. de ancho y 1.20 mts. de alto cuando menos.
- Playas de estacionamiento cerradas y techadas de más de 18 m. de altura y de área mayor a los 1,000 m. cuadrados de construcción resistente a fuego, u 800 metros cuadrados de construcción incombustible con protección o 600 m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección, o combustible de construcción pesada.
- Playas de estacionamiento abiertas con altura mayor a 18 m. y excediendo 1,500 metros cuadrados de área.
- Talleres de reparación automotriz de más de un piso, o ubicados bajo pisos de otra ocupancia que exceda 1,000 m<sup>2</sup> de construcción resistente al fuego, 800 m<sup>2</sup> de construcción incombustible con protección, 600 m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección o combustible de construcción pesada.
- Talleres de reparación automotriz de una planta que exceda 1,500 m<sup>2</sup>, de construcción resistente al fuego, 1,200 m<sup>2</sup> de construcción incombustible con protección, 900 m<sup>2</sup> de construcción incombustible sin protección, o combustible de construcción pesada, o 600 m<sup>2</sup> de construcción combustible ordinaria.
- Sótanos que tengan un área mayor a 250 m<sup>2</sup> usados para la manufactura, venta o almacenaje de materiales o mercaderías combustibles.
- Playas de estacionamiento subterráneas debajo de otras ocupancias con área mayor a los 500 m<sup>2</sup>.
- En lugares de congregación que tengan un estrado aprobado en todos los lugares al lado del estrado del proscenio.

### V-II-16 INSTALACION DE ESPARCIDORES

#### V-II-16.1 Generalidades

El sistema de esparcidores de agua será diseñado para soportar al entrar en servicio una presión de agua no menor de 200 psi. durante 2 horas o la máxima presión estática aumentada

en 50 psi. cuando ésta sea mayor sin pérdidas en las uniones, válvulas, accesorios o cualquier parte de la tubería. Al estar listo para el servicio, el sistema íntegro será inspeccionado y probado en presencia de la autoridad competente. Se usarán únicamente esparcidores, accesorios y válvulas de calidad reconocida y aprobada por la autoridad competente. La instalación será efectuada de acuerdo a la buena práctica reconocida de ingeniería e instalaciones.

Las líneas de aprovisionamiento serán purgadas para asegurar su limpieza antes de conectarlas al sistema de esparcidores. Cada sistema de esparcidores estará provisto de una válvula de compuerta indicadora fácilmente accesible para controlar todas las fuentes de abastecimiento de agua excepto la del departamento de bomberos.

Cada sistema estará equipado con por lo menos una conexión aprobada para el departamento de bomberos conectada con un diámetro no menor de 4 pulgadas.

Las conexiones estarán ubicadas en forma de facilitar rápida y fácil conexión a la manguera con hilo uniforme del piso usado por el departamento de bomberos. Estas conexiones estarán equipadas con válvulas check de tipo aprobado. Cada sistema tendrá cuando menos una fuente automática de abastecimiento de agua de adecuada presión, capacidad y garantía de funcionamiento.

## CAPITULO III

### SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE ALTO RIESGO Y PREVENCIÓN DE EXPLOSIONES

- V-II-1. Generalidades.
- V-III-2. Líquidos Inflamables.
- V-III-3. Tanques de Almacenamiento Subterráneo.
- V-III-4. Casetas para pintado al soplete y tanques para pintado por baños de inmersión.
- V-III-5. Celuloide Cinematográfico.
- V-III-6. Explosivos.
- V-III-7. Bóvedas o Casetas de Transformadores.
- V-III-8. Protección contra radiaciones.
- V-III-9. Contaminantes Atmosféricos.

#### V-III-1 Generalidades

##### V-III-1.1 Alcances

Toda edificación de estructura utilizada para el almacenamiento o uso de materiales de alto riesgo, deberá respetar buena práctica de seguridad en las materias no cubiertas específicamente en este código.

##### V-III-1.2 Especificaciones especiales a cumplirse

En todas las edificaciones o estructuras usadas para almacenamiento de materiales de altos riesgos, para los cuales no hay buena práctica reconocida, deberá cumplir con todas las especificaciones de este Reglamento Nacional, y además las siguientes:

- La edificación o estructura será de construcción del tipo resistente al fuego.
- Se proveerá una separación horizontal de otras edificaciones no menor de 15 metros.
- Se podrán permitir también edificaciones o estructuras de tipo no combustible con la limitación que éstas no podrán exceder un piso de altura, salvo que cumplan además los requisitos para el tipo de construcción resistente al fuego.

#### V-III-2 LIQUIDOS INFLAMABLES

##### V-III-2.1 Clasificación

Los líquidos inflamables se dividirán en tres clases, de acuerdo a su punto de ignición, como sigue:

- CLASE I: Líquidos con punto de ignición inferior a 4 grados centígrados bajo cero. (Procedimiento de prueba de recipiente cerrado).
- CLASE II: Líquidos con un punto de ignición superior a aquel para la clase I, e inferior a 21 grados centígrados. (Procedimiento de prueba de recipientes cerrados).
- CLASE III: Líquidos con el punto de ignición encima de aquel para la clase II, e inferior a 93.3 grados centígrados (métodos de prueba de recipiente cerrado).

##### V-III-2.2 Ejemplos

Algunos ejemplos representativos de las clases de líquidos inflamables son:

- CLASE I: Acetona, benzol, colodion, éter, gasolina, nafta.
- CLASE II: Alcohol, acetato amílico, acetato etílico, acetato metílico, poluol.
- CLASE III: Alcohol amílico, solventes para limpieza, aceite combustible, kerosene.

Todo líquido manufacturado o compuesto fluido, tal como pintura, barniz, secadores, soluciones de limpieza, soluciones para lustrado, etc., que contengan líquidos inflamables serán considerados como líquidos inflamables y serán clasificados de acuerdo al punto de ignición de la mezcla dentro de las tres clases antes descritas (Artículo V-III-2.1) debiendo en el caso de tener el punto de ignición superior al estipulado para la clase tres, incluirse igualmente en la clase tres.

##### V-III-2.3 Limitaciones para los líquidos de la Clase I y de la Clase II

No se permitirá el almacenaje de líquidos de la clase I o II en ninguna edificación cuya ocupancia implique la congregación de personas, tales como teatros, auditorios, salas de cine, salones de exhibición, salas de patinaje, gimnasios, salas de bowling, salas de billar, restaurantes, iglesias, salas de baile, salas de clubes, clubes nocturnos, salas de espera de pasajeros, muelles de recreación, coliseos cerrados y usos similares; tampoco se permitirá este tipo de líquidos inflamables en aquellas edificaciones cuya ocupancia sea con fines educativos, tales como escuelas, unidades escolares, centros de instrucción técnica o centros de instrucción universitaria; o usos similares; excepto, se permitirá su almacenaje en las áreas de laboratorios para usos experimentales y educacionales.

#### **V-III-2.4 Requisitos para Líquidos Inflamables de las Clases I y II**

No se permitirá que los líquidos de las clases I o II sean almacenados en recipientes de vidrio, excepto aquellos que tenga la aprobación correspondiente de la respectiva autoridad.

Todos los recipientes de Clase I o Clase II serán debidamente rotulados y marcados en forma conspicua, y pintados de acuerdo a los estándares aceptados para indicar peligro.

Ningún recipiente para líquidos de la Clase I o II podrán ser almacenados dentro de los tres metros próximos de ninguna escalera o corredor de escape, a no ser que esté separado del mismo por un muro o tabique resistente al fuego.

Para edificaciones, otras que aquellas de uso unifamiliares o bifamiliar, se exigirán dos rutas de escape desde el punto de almacenamiento o uso de los líquidos inflamables de la Clase I o II, debiendo estas rutas de escape ser distantes la una de la otra; excepto que se permitirá un escape único de un cuarto de almacenamiento o uso para líquidos inflamables de la Clase I o II, cuando la distancia de recorrido no exceda 4.50 mts. en forma directa.

No se podrá efectuar transferencia del contenido de recipientes líquidos de la Clase I o de la Clase II dentro de la edificación. Toda transferencia de recipientes para ese tipo de líquidos deberá hacerse afuera de la edificación y en instalaciones especiales.

#### **V-III-2.5 Requisitos para Líquidos Inflamables de la Clase III**

No se admitirán líquidos de la Clase III almacenados en recipientes de vidrio, excepto aquellos aprobados por la autoridad competente.

No se admitirán transferencias de líquidos inflamables de la Clase III dentro del edificio, en recipientes de capacidad mayor a 5 galones. Toda transferencia de líquidos inflamables de la clase III con capacidad mayor de 5 galones, deberá efectuarse afuera de la edificación.

#### **V-III-2.6 Requisitos Generales para Ambientes**

En todas las habitaciones o parte de la edificación en que se tenga líquidos inflamables en recipientes donde hay posibilidad que se formen vapores de los líquidos inflamables, o donde líquidos inflamables se usan en cualquier proceso de manufactura u otro uso, se prohibirá la presencia de llamas descubiertas, chispas, o cigarrillos encendidos. Será obligatorio colocar los avisos de "no fumar", correspondientes.

No se permitirá el almacenaje de líquidos inflamables, ni se permitirá el manipuleo o expedición en la presencia de llama cubierta o fuego, ni se permitirá el almacenaje, expedición o manipuleo en cocheras o cuarto de otros usos de las ocupancias unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares, en donde dichos garajes o cuartos de otros usos contengan aparatos productores de calor u otras fuentes de ignición. Donde se permitirá el almacenamiento, expendio o manipuleo de líquidos inflamables de acuerdo a este código y a otras leyes correspondientes, la iluminación será provista por lámparas incandescentes de seguridad.

No se permitirá tanques de almacenamiento de combustibles ubicados en garajes que formen parte de las edificaciones unifamiliares, bifamiliares o multifamiliares.

Líquidos inflamables para usos agrícolas, en el lugar de uso, serán exceptuados de los requisitos de este artículo, sujeto a la aprobación de la autoridad competente, tomando en cuenta la ubicación y el riesgo que implica.

### **V-III-3 TANQUES DE ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO**

#### **V-III-3.1 Protección**

Los tanques de almacenamiento subterráneo deberán ser protegidos de la posibilidad de daños causados por cargas en la rasante o cargas laterales; irán ubicados en una base firme, resistente y bien anclada y protegida.

#### **V-III-3.2 Ventilación**

Los tanques subterráneos estarán equipados con tubos de ventilación, independientes de cualquier otra tubería, y dispuestos en forma tal que descarguen aire abierto. Los tubos de ventilación serán de suficiente tamaño para evitar presiones anormales durante el llenado, pero no menor que tubería de 1 1/4 de pulgada. El tope de la tubería de ventilación no podrá estar más cerca por lo menos 1 metro de separación de cualquier abertura en cualquier edificación, y estará equipado con un gorro a prueba de lluvia y efectos similares, estará protegido por un restador de llama y deberá drenar al tanque.

#### **V-III-3.3 Llenados de Tanques**

Todos los tanques de almacenamiento de combustible deberán ser llenados únicamente a través de los tubos de llenamiento, los cuales deberán tener sus terminales afuera de la edificación a un punto por lo menos 1 metro distante de cualquier abertura en la edificación, al mismo nivel o a nivel inferior. Los terminales de llenamiento deberán ser cerrados herméticamente cuando no se usen.

#### **V-III-3.4 Tanques Fuera de Servicio**

Tanques subterráneos temporalmente fuera de servicio por un período que excede 90 días, deberán tener sus tubos de ventilación y de llenamiento; los mismos que deben ser tapados y sellados con concreto. Tanques subterráneos permanentemente abandonados serán demolidos o rellenos con arena; y la seguridad de estas medidas protectivas será del dueño de la propiedad.

#### **V-III-3.5 Ubicación de Bombas de Servicio**

Las bombas para expedir gasolina a los tanques de equipo o vehículos operativos, no estarán ubicadas dentro de la edificación o cobertizo que estén más del 50% encerrado con paredes; y, tales bombas deberán estar distantes no menos de 4.50 metros de la línea de propiedad, y no menos de 3 metros de cualquier abertura de edificación. Las conexiones eléctricas estarán de acuerdo a los reglamentos correspondientes.

### **V-III-4 CASETAS PARA PINTADO AL SOPLETE Y TANQUES PARA PINTADO POR BAÑOS DE INMERSION**

#### **V-III-4.1 Requisitos Generales**

La aplicación de pintura inflamable o combustible, barniz, laca, pintura, tintes, o cualquier otro líquido inflamable o combustible aplicado por soplete en procesos continuos o intermitentes y, operaciones de inmersión en tanques mediante los cuales los artículos o materiales son pasados a través del contenido de tanques, bateas u otros recipientes de líquidos combustibles o inflamables, incluyendo coberturas, acabados, tratamientos o procesos similares deberán cumplir con los requisitos de esta sección.

#### **V-III-4.2 Requisitos para Casetas de Pintura al Soplete**

No se admitirá pintado al soplete, acabado por proyección u operaciones de inmersión en líquido inflamable en ninguna edificación dedicada a centros de reunión de personas, para uso de escuelas, para usos institucionales, para uso de vivienda multifamiliar, o para usos de vivienda unifamiliar, excepto en un cuarto que cumpla con los requisitos que se estipulan en este artículo, y protegido con un sistema aprobado de esparcidores automáticos de agua y con separación vertical y horizontal de otras áreas de la edificación por muros, pisos, y techos que tengan una resistencia al fuego mínima de dos horas.

En edificaciones para usos de manufactura industrial, de almacenamiento industrial, de usos comerciales, de usos comerciales especializados, de usos industriales y de taller en general, donde el soplete de proyección de pintura se use repetidamente, tales operaciones deberían ser efectuadas en casetas preparadas para pintado al soplete o en áreas especiales de proyección de sustancias, construidos de acuerdo a los requisitos de este artículo:

Las operaciones de pintado al soplete estarán circunscritas al espacio mínimo viable concordante con la operación.

Cuando la cantidad de material para la aplicación por soplete o inmersión usado en el día no exceda 1/2 galón y la cantidad total de material almacenado no exceda 20 galones, la autoridad competente podrá dispensar o variar los requisitos de este artículo, teniendo en cuenta las condiciones de la seguridad.

(Se requerirán casetas para la aplicación de pintura al soplete en los caso estipulados en los incisos V-III-2.1; VIII-2.2; V-III-2.3; V-III-2.4 y V-III-2.5 del presente Reglamento Nacional).

#### **V-III-4.3 Normas**

Fumigación de pinturas y acabados se hará cumpliendo con las normas "Spray Finishing" NSPA Panfleto N° 33-19603 de la Asociación Nacional de Protección al Fuego de los Estados Unidos de Norteamérica.

#### **V-III-4.4 Tanques de Inmersión**

Las operaciones de tanques de inmersión deberán conformar normas "DIP TANKS" Panfleto N° 34-19603 de la Asociación Nacional de Protección al fuego de los Estados Unidos de Norteamérica, el que se adopta como suplemento a los requisitos de este Reglamento Nacional.

### **V-III-5 CELULOIDE CINEMATOGRAFICO**

#### **V-III-5.1 Requisitos Generales**

El almacenamiento y manipuleo de celuloide fílmico a base de nitrato de celulosa para uso de cine, deberá conformar con las

"Normas para Almacenamiento y Manipuleo de Celuloide de Cine de Nitrato de Celulosa" NFA Panfleto N° 40-19602 de la Asociación Nacional de Protección al Fuego de los Estados Unidos de Norteamérica, excepto de las provisiones de esta norma, se aplicará a los siguientes usos:

- Celuloide para uso de fotografías particulares, almacenado en paquetes originales en cantidades menores de 50 pies cúbicos en paquetes tipo "Roger" o tipo paquete o caseta de celuloide.
- Celuloide de seguridad (a base de celulosa acetato)
- Celuloide para- rayos X dental.
- Celuloide almacenado o-usado en casetas standard para proyección de Cine.

### **V-III-6 EXPLOSIVOS**

#### **V-III-6.1 Generalidades**

El transporte, almacenaje, uso y manipuleo de dinamita y otros explosivos, deberá cumplir con los requisitos pertinentes del Gobierno Central y Local. La autoridad pertinente podrá obligar a que las personas que transporten, almacenen, usen o manipulen dinamita u otros explosivos presenten los permisos correspondientes donde tales permisos son requeridos.

La autoridad competente podrá confiscar dinamita u otros explosivos que sean transportados y/o usados en trabajo de construcción, dentro del ámbito de su autoridad, donde tal transporte o uso es, en su opinión, violación a los reglamentos aplicables, o donde los explosivos en recipientes no sellados o encerrados en caja de transporte aseguradas, están sin debida protección, o de otra manera accesible a ser hurtados.

### **V-III-7 BOVEDAS O CASETAS DE TRANSFORMADORES**

#### **V-III-7.1 Ubicación**

Donde tal disposición sea viable, las bóvedas o casetas de transformadores estarán ubicadas cerca del punto de ingreso de los conductores de servicio a la edificación y deberán estar ventiladas directamente al aire exterior sin uso de ductos y con acceso directo del exterior.

#### **V-III-7.2 Construcción**

Los muros de las bóvedas o casetas de transformadores deberán cumplir con los siguientes requisitos, si están construidas encima de la superficie:

El espesor deberá ser mínimo 15 cm. si es muro de concreto armado; 20 cm. si es muro de ladrillo sólido; 30 cm. si el muro es de ladrillo hueco, los requisitos mínimos de muros para bóvedas o casetas de transformador bajo la superficie de terrenos serán los siguientes:

- Espesor mínimo para muros de concreto armado 15 cm.; para muros de ladrillos sólidos 20 cm.; para muros de ladrillo hueco 20 cm.; estos espesores no toman en cuenta requisitos estructurales sino únicamente de protección.
- Los pisos de bóvedas o casetas de transformadores asentados en el terreno serán de concreto armado de un espesor no menor de 4 pulgadas, pisos con

espacios inferiores, techos de casetas o bóvedas de transformadores serán de espesor no menor de 6 pulgadas o de concreto armado. Los muros de ladrillo hueco para las bóvedas o casetas de transformadores tendrán un tarrajeo interior con espesor no menor a 3/4 de pulgada. Todas las aberturas en los muros, pisos o techos, deberán ser protegidas por puerta de fuego con resistencia al fuego mínima de 2 horas, o ventanas de fuego de resistencia similar, excepto que las aberturas de ventilación al exterior de la edificación podrán estar provistas con celosías inoxidables e incombustibles.

Todas las puertas de acceso a la caseta o bóveda de transformadores estarán construidas sobre un peldaño, a una altura superior al nivel del piso de la caseta o bóveda de transformador, de altura tal en el supuesto que todo el aceite del transformador más grande fuera derramado, y a esto se le agregara una tercera parte más de esa misma cantidad, el volumen total no será suficiente para salir de la habitación. Estos peldaños de protección no podrán ser menores en altura a 10 cm.; deberán existir en las aberturas de todas las puertas.

Todas las puertas de entrada estarán provistas con armella para asegurar por medio de candado y deberán mantenerse cerradas con candados, con el acceso permisible únicamente al personal autorizado.

#### V-III-7.3 Drenaje

Toda caseta o bóveda de transformador ubicada debajo del nivel de la napa freática, o que por otras razones pueda estar sometida a inundación o infiltración de agua, deberá estar provista de un sistema adecuado de drenaje, o bombas automáticas, casetas o bóvedas sobre el nivel del terreno deberán estar provistas con un drenaje de gravedad que termine en un pozo de aspersión (SOAK-GE). Toda instalación de drenaje de bóveda o caseta deberá estar sometida a la aprobación de la autoridad competente.

#### V-III-7.4 Ventilación

Las casetas o bóvedas deberán estar diseñadas de tal forma que haya un espacio de aireación no menor de 15 cm. entre cualquier transformador y la pared no menor de 30 cm. entre transformadores adyacentes en la misma caseta o bóveda.

Las aberturas para ventilación en bóveda o caseta de transformadores estarán proporcionadas a la capacidad de los transformadores encerrados para facilitar el movimiento de aire y para evitar el desarrollo de temperaturas excesivas.

Las aberturas de ventilación estarán ubicadas lo más lejos posible de puertas, ventanas, aberturas de escape y materiales combustibles.

Tales aberturas deberán estar cubiertas con celosías, rejas reticuladas, o metálicas, de material incombustible e inoxidable.

#### V-III-7.5 Restricciones Especiales

No se admitirá tuberías sanitarias de plomería o de cualquier otro propósito extraño a la instalación de la bóveda o caseta de transformadores, y tales tubos extraños a la caseta del transformador no podrán pasar a través de la caseta o bóveda del transformador. No se instalarán aparatos sanitarios de ninguna clase en la caseta o bóveda de transformador ya sean lavatorios, waterclosets, urinarios, o cualquier instalación sanitaria, de cualquier tipo. Cualquier conducto o tubería necesaria o

requerida en conexión con las bombas de drenaje (SUMP PUMPS) o equipo similar necesario, deberán ser aislados eléctricamente del exterior de las casetas o bóvedas. Las casetas o bóvedas no podrán ser usadas para almacenamiento, ni para cualquier otro uso, que el de contener y de proteger los transformadores y el equipo necesario inherente al mismo.

#### V-III-8 PROTECCION DE LA RADIACION

Aparatos de radiación e instrumentos para uso médico o industriales que impliquen radiación deberán cumplir con las recomendaciones de los manuales del buró nacional de estándares que se citan en este artículo.

Donde se recomiende los mencionados estándares, los aparatos de radiación serán usados únicamente cuando estén provistos de barreras protectoras y escudos estructurales conforme se indique. Las prácticas de seguridad para trabajo en esta conexión indicadas en los estándares mencionados deberá ser seguida. La adecuada seguridad de las barreras protectoras y las prácticas de manipuleo deberán ser probadas en forma efectiva antes que en el manipuleo de los productos radioactivos se admita el uso generalizado.

Relación de Manuales del Buró Nacional de Estándares de los Estados Unidos, cuyas recomendaciones deberán ser seguidas en el almacenaje y uso de materiales radioactivos para mantener un mínimo de protección de la radiación.

- Manual	Nº 48	- 1951
- Manual	Nº 49	- 1951
- Manual	Nº 50	- 1952
- Manual	Nº 51	- 1952
- Manual	Nº 53	- 1953
- Manual	Nº 55	- 1954
- Manual	Nº 57	- 1954
- Manual	Nº 58	- 1954
- Manual	Nº 59	- 1954
- Manual	Nº 61	- 1955
- Manual	Nº 65	- 1958
- Manual	Nº 69	- 1959
- Manual	Nº 73	- 1961
- Manual	Nº 76	- 1961

#### V-III-9 CONTAMINANTES ATMOSFERICOS

##### V-III-9.1 Requisito General

Ninguna persona, firma o entidad podrá operar una fuente de fuego o combustión, ducto de gases o humos, chimeneas, locomotoras, cajas de fuego, incineradores, calderos, u otros artefactos estacionarios o móviles, que descarguen o causen la emisión de humos, hollín, cenizas, carbones, polvos, vapores químicos, gases molestos, olores u otros contaminantes atmosféricos en exceso de lo permitido en este artículo o que puedan poner en peligro la salud o seguridad de personas o de propiedades, o que puedan causar daño o crear molestias al público en forma comprobable.

Excepciones: Los requisitos de este artículo no se aplicarán a:

- a) Operaciones agrícolas dentro de zonas así destinadas.
- b) Fuegos autorizados por el Jefe del Departamento de Bomberos en el cumplimiento de sus funciones oficiales.
- c) Producción de calor para calefacción y cocina en edificaciones de uso unifamiliar y bifamiliar.
- d) Fuego abierto autorizado por otras reglamentaciones vigentes.

#### V-II-9.2 Normas

Con el fin de lograr el control de la contaminación atmosférica se usarán las siguientes normas:

- "Gráfico de Humos Reingleminn N°2." conforme es publicado y usado por el Buró de Minas de los Estados Unidos.
- "Manual para la Reducción de la Contaminación del Aire", publicado en 1951 por la Asociación de Químicos Manufactureros, incorporados, de los Estados Unidos.
- "Código de Prueba para Aparatos de Separación de Polvo", de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos, editado en 1941.

#### V-III-9.3 Permisos

Ninguna persona o firma podrá erigir, construir, alterar, reparar u operar cualquier artefacto que genere o emita contaminantes atmosféricos sin antes haber obtenido un permiso para tal trabajo.

La solicitud para el permiso deberá ser hecha en un formulario que será provisto por la autoridad competente, y la solicitud deberá describir el trabajo propuesto incluyendo los métodos y artefactos propuestos para la eliminación de los contaminantes atmosféricos y será acompañada por los correspondientes planos completos los que deberán ser autorizados con la firma del profesional responsable autor del proyecto.

La autoridad competente aprobará la solicitud y expedirá el permiso sólo cuando era su opinión, la obra propuesta cumpla con los requisitos de esta sección.

La expedición de un permiso, o la aprobación de una obra o instalación no podrá interpretarse como autorización para emitir contaminantes atmosféricos en contra de los requisitos de este artículo, ni podrá impedir que la autoridad competente obligue al cumplimiento de las estipulaciones de dicho artículo.

#### V-III-9.4 Inspección

La autoridad competente podrá efectuar inspecciones durante el progreso de la obra, ante del sellado de las piezas, y después de la terminación antes que el artefacto para el que se ha solicitado el permiso esté en operación normal, con el fin de asegurar el cumplimiento con los planos aprobados y con este reglamento.

## CAPITULO IV

### SEGURIDAD CONTRA EL EFECTO DESTRUCTIVO DE LOS SISMOS

**"Normas Básicas de Diseño Sismo-Resistente".  
Aprueban actualización de norma técnica de edificación de diseño sismo resistente E.030**

**RESOLUCION MINISTERIAL 494-97-MTC/15.04  
del 14.10.97**

**Artículo 1°.-** Aprobar la actualización de la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente, la que forma parte integrante de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** Autorizar al Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, para que adopte las medidas necesarias destinadas a la difusión, distribución y venta de la Norma Técnica a que se refiere la presente Resolución.

**Artículo 3°.-** Déjese sin efecto la Norma Básica de Diseño Sismorresistente, aprobada con Resolución Ministerial N° 159-77/VC-11

### NOMENCLATURA

C	Coefficiente de amplificación sísmica
C <sub>T</sub>	Coefficiente para estimar el período predominante de un edificio
D <sub>i</sub>	Desplazamiento elástico lateral del nivel "i" relativo al suelo
e	Excentricidad accidental
F <sub>a</sub>	Fuerza horizontal en la azotea
F <sub>i</sub>	Fuerza horizontal en el nivel "i"
g	Aceleración de la gravedad
h <sub>i</sub>	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno
h <sub>e<sub>i</sub></sub>	Altura del entrepiso "i"
h <sub>n</sub>	Altura total de la edificación en metros
M <sub>t<sub>i</sub></sub>	Momento torsor accidental en el nivel "i"
m	Número de modos usados en la superposición modal
n	Número de pisos del edificio
N <sub>i</sub>	Sumatoria de los pesos sobre el nivel "i"
P	Peso total de la edificación
P <sub>i</sub>	Peso del nivel "i"
R	Coefficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
r	Respuesta estructural máxima elástica esperada
r <sub>i</sub>	Respuestas elásticas correspondientes al modo "i"
S	Factor de suelo
S <sub>a</sub>	Aceleración espectral
T	Período fundamental de la estructura
T <sub>p</sub>	Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo
U	Factor de uso e importancia
V	Fuerza cortante en la base de la estructura
V <sub>i</sub>	Fuerza cortante en el entrepiso "i"
Z	Factor de zona
Q	Coefficiente de estabilidad para efecto P-delta global
Δ <sub>i</sub>	Desplazamiento relativo del entrepiso "i"

#### 1. GENERALIDADES

##### 1.1 Alcances

Esta norma establece los requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de pérdidas de vidas y daños materiales, y posibilitar que las edificaciones esenciales puedan seguir funcionando durante y después de un sismo.



Esta norma se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las edificaciones existentes y a la reparación de las edificaciones que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

Para el caso de estructuras especiales tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, plantas nucleares, y todas aquellas cuyo comportamiento dinámico difiera del de las edificaciones convencionales, se requieren consideraciones adicionales que complementen los lineamientos básicos de la presente Norma.

## 1.2 Objetivos del diseño sismorresistente

El proyecto y la construcción de edificaciones deberán desarrollarse con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible

- Resistir sismos leves sin daño.
- Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
- Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación.

La clasificación de los sismos se presenta en el Apéndice 2.

## 1.3 Presentación del Proyecto Estructural

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán llevar la firma de un ingeniero civil colegiado, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

La memoria descriptiva y los planos del proyecto estructural deberán contener como mínimo la siguiente información:

- Sistema estructural sismorresistente.
- Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Los proyectos de edificaciones con más de 70 m. de altura deberán estar respaldados con una memoria de datos y cálculos justificativos para su revisión y aprobación por la autoridad competente.

El empleo de materiales, sistemas estructurales y métodos constructivos diferentes a los indicados en esta Norma, deberá ser aprobado por la autoridad competente nombrada por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, debiendo cumplir con lo establecido en esta sección y demostrando que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y durabilidad.

## 2. PARAMETROS DE SITIO

### 2.1 Zonificación

2.1.1.- El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, según se muestra en la figura adjunta. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generadas de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica.

2.1.2.- A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima

del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

**TABLA 1**  
**FACTORES DE ZONA**

ZONA	FACTOR DE ZONA-Z (g)
3	0.4
2	0.3
1	0.15

## 2.2 Condiciones Locales

### 2.2.1 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

#### Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios, que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis, etc. sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño y construcción de edificaciones y otras obras.

Será requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Complejos industriales o similares.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

Los resultados de estudios de microzonificación serán aprobados por la autoridad competente, pudiendo ésta solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.

#### Estudios de Sitio

- Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales, siendo su objetivo principal la determinación de los parámetros de diseño.
- Será necesario realizar estudios de sitio para edificaciones del grupo A. El nivel de exigencia y de detalle será a criterio del proyectista.
- No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta norma.

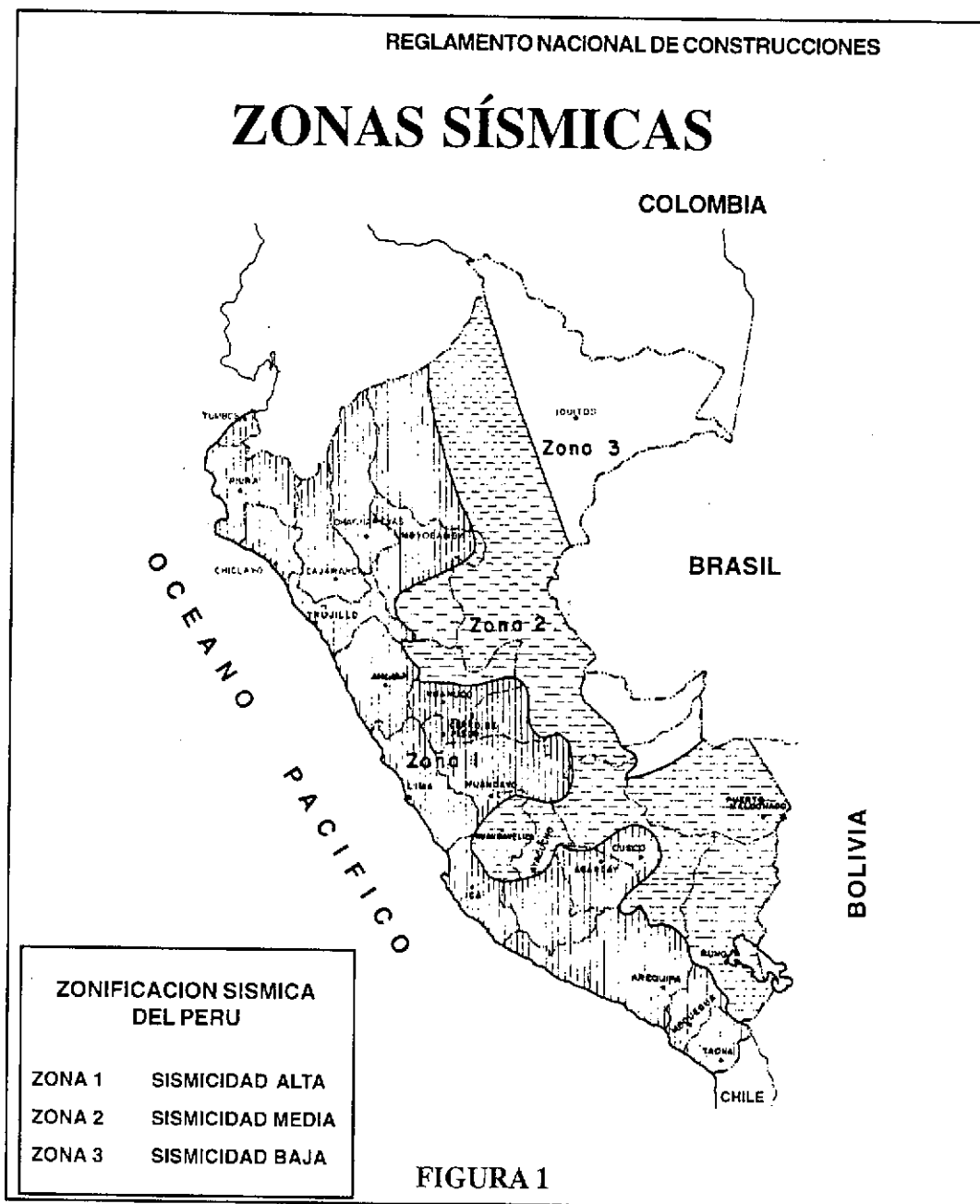
### 2.2.2 Condiciones Geotécnicas

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos son cuatro:

#### a) Perfil tipo S<sub>1</sub>: Roca o suelos muy rígidos

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0.25 s., incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

# ZONAS SÍSMICAS



ZONIFICACION SISMICA DEL PERU	
ZONA 1	SISMICIDAD ALTA
ZONA 2	SISMICIDAD MEDIA
ZONA 3	SISMICIDAD BAJA

FIGURA 1

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con N > 30, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

**b. Perfil tipo S<sub>2</sub>: Suelos intermedios.**

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub>.

**c) Perfil tipo S<sub>3</sub>: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el período fundamental, para vibraciones de

baja amplitud, es mayor que 0.6 s, incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato de suelo excede los valores siguientes:

Suelos Cohesivos	Resistencial al corte Típica en condición no drenada (kPa)	Espesor del Estrato (m) (*)
Blandos	< 25	20
Medianamente compactos	25 - 50	25
Compactos	50 - 100	40
Muy compactos	100 - 200	60
Suelos Granulares	Valores N típicos en ensayos De penetración estándar (SPT)	Espesor del Estrato (m) (*)
Suelos	4 - 10	40
Medianamente densos	10 - 30	45
Densos	Mayor que 30	100

(\*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que de una roca.

**d) Perfil Tipo S<sub>4</sub> Condiciones excepcionales.**

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas sean particularmente desfavorables.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T<sub>p</sub> y del factor de ampliación del suelo, S, dados en la Tabla N° 2.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S<sub>3</sub>. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S<sub>4</sub> cuando los estudios geotécnicos así los determinen.

Tipo	Descripción	T <sub>p</sub> (s)	S
S <sub>1</sub>	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S <sub>2</sub>	Suelos intermedios	0.6	1.2
S <sub>3</sub>	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S <sub>4</sub>	Condiciones excepcionales	*	*

(\*) Los valores de T<sub>p</sub> y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S<sub>3</sub>.

**2.3 Factor de Ampliación Sísmica**

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) 1.25, \quad C \leq 2.5$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de ampliación de la respuesta estructural respecto a la aceleración en el suelo.

**3. REQUISITOS GENERALES**

**3.1 Aspectos Generales**

3.1.1 Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas determinadas en la forma prescrita en estas normas.

Deberá considerarse el posible efecto de los elementos no estructurales en el comportamiento sísmico de la estructura y el análisis y detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

3.1.2 Se considerará que las solicitaciones sísmicas horizontales actúan según las dos direcciones principales de la estructura o en las direcciones que resulten más desfavorables.

3.1.3 La fuerza sísmica vertical se considerará que actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

3.1.4 No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

3.1.5 Cuando un solo elemento de la estructura, muro o pórtico resiste, una fuerza de 30% o más del total de la fuerza horizontal en cualquier nivel, dicho elemento deberá diseñarse para el 125% de dicha fuerza.

**3.2 Concepción Estructural Sismorresistente**

Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales de suelo en el proyecto.
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

**3.3 Categoría en las Edificaciones**

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a las categorías indicadas en la Tabla 3. Según la clasificación que se haga se usará el coeficiente de uso e importancia (U), definido en la siguiente tabla.

Categoría	Descripción	Factor "U"
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1.0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50 m. de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

(\*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

### 3.4 Configuración Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica (Tabla 6).

**Estructuras Regulares.** - Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales o verticales en su configuración resistente a cargas laterales.

TABLA 4 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	
<b>Irregularidades de Rigidez - Piso blando</b>	En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85% de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90% del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos.
<b>Irregularidad de Masa</b>	Se considera que existe irregularidad de masa cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas.
<b>Irregularidad Geométrica Vertical</b>	La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos.
<b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes.</b>	Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento.

**Estructuras Irregulares.** Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más de las características indicadas en las Tablas 4 ó 5.

TABLAS IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	
<b>Irregularidad Torsional</b>	Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos. En cada una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo de los centros de masas.
<b>Esquinas Entrantes</b>	La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20% de la correspondiente dimensión total en planta.
<b>Discontinuidad del Diafragma</b>	Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.

### 3.5 Sistemas Estructurales

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predor-ninante en cada dirección tal como se indica en la tabla 6.

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) y se tendrá un límite de altura, según se indica en la tabla 6.

TABLA 6 SISTEMAS ESTRUCTURALES		
Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R para estructuras regulares (*) (**)	Límite de Altura
<b>Pórticos de Acero.</b> Con nudos rígidos y/o sistemas de arriostamiento. <b>Pórticos de Concreto Armado.</b> Sistema en el que las cargas verticales y horizontales son resistidas únicamente por pórticos de concreto armado. <b>Sistema Dual.</b> Sistema en el cual las fuerzas horizontales son resistidas por una combinación de pórticos y muros de concreto armado en adición a la caja de ascensores o escaleras. Los porticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos el 25% de la fuerza cortante en la base.	10	---
<b>Muros de Concreto Armado.</b> Sistema en el que la resistencia sísmica está dada fundamentalmente por muros de concreto armado.	7.5	---
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b> Sistema en el cual los muros de albañilería resisten cargas verticales y horizontales. El sistema puede incluir algunos elementos de concreto armado para resistir estas cargas.	6	15 m
<b>Construcciones de Madera</b>	7	8 m

(\*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de energía manteniendo la estabilidad de la estructura.

(\*\*) Para estructuras irregulares, los valores de R deberán ser tomados como los 3/4 de los anotados en la tabla. Para construcciones de tierra referirse a la Norma Técnica de Edificaciones E.080. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permiten en suelos S4.

### 3.6 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la siguiente tabla.

Categoría de la Edificación	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (* (**))	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual.
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera.
B	Regular o Irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
		1	Cualquier sistema
C	Regular o Irregular	3,2 y 1	Cualquier sistema

(\*) Para lograr los objetivos indicados en la Tabla 3, la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(\*\*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

### 3.7 Procedimientos de Análisis

3.7.1 Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos referidos en el acápite 4.3.

3.7.2 Sólo las estructuras clasificadas como regulares según el acápite 3.4 y de no más de 45 m de altura podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del acápite 4.2.

### 3.8 Desplazamientos Laterales

#### 3.8.1. Desplazamientos Laterales Permisibles.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 4.1.4, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la tabla 8.

Material Predominante	( $\Delta i/h_e$ )
Concreto Armado	0.007
Acero (*)	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

(\*) Estos límites no son aplicables a naves industriales.

### 3.8.2 Junta de Separación Sísmica

3.8.2.1 Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima ("s") para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$S = 3 + 0.004 (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$S > 3 \text{ cm}$$

donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s.

3.8.2.2 El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según 4.1.4 ni menores que s/2.

### 3.8.3 Control de Giros en Planta

En cada una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, no debe ser mayor que 1.75 veces el desplazamiento relativo de los centros de masas.

### 3.8.4 Estabilidad del Edificio

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación, (efecto P-delta) según se establece en el acápite 4.1.5.

La estabilidad al volteo del conjunto se verificará según se indica en el acápite 5.3.1.

## 4. ANALISIS DE EDIFICIOS

### 4.1 GENERALIDADES

#### 4.1.1 Solicitaciones Sísmicas y Análisis

4.1.1.1 En concordancia con la filosofía de diseño sismorresistente se acepta que las edificaciones tendrán incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto las sollicitaciones sísmicas de diseño se consideran como una tracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

4.1.1.2 El análisis podrá desarrollarse usando las sollicitaciones sísmicas reducidas con un modelo de comportamiento elástico para la estructura.

4.1.1.3 El análisis podrá hacerse independientemente en cada dirección y para el total de la fuerza sísmica en cada caso.

#### 4.1.2 Peso de la Edificación

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de las categorías C, se tomará el 25% de la carga viva.
- En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

#### 4.1.3 Modelos para Análisis de Edificios

4.1.3.1 El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sea adecuada para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

4.1.3.2 Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

4.1.3.3. Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

#### 4.1.4 Desplazamientos Laterales

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos indicados en los acápites 4.2.3 y 4.3.2.4.

#### 4.1.5 Efectos de Segundo orden (P-Delta)

Los efectos de segundo orden deberán ser considerados cuando produzcan un incremento de más del 10% en las fuerzas internas.

Para estimar la importancia de los efectos de segundo orden, podrá usarse para cada nivel el siguiente cociente como índice de estabilidad:

$$Q = \frac{N_i \Delta_i}{V_i h_{e_i}}$$

Los efectos de segundo orden deberán ser tomados en cuenta cuando  $Q > 0.1$

#### 4.1.6 Solicitaciones Sísmicas Verticales.

Estas solicitaciones se considerarán en el diseño de elementos verticales; en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio.

### 4.2 ANALISIS ESTADICO

#### 4.2.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante

un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Debe emplearse sólo para edificios sin irregularidades y de baja altura según se establece en el acápite 3.7.2.

#### 4.2.2 Período Fundamental

(a) El período fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

donde:

- $C_T = 35$  para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.
- $C_T = 45$  para edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.
- $C_T = 60$  para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

(b) También podrá usarse un procedimiento de análisis dinámico que considere las características de rigidez y distribución de masas en la estructura. Como una forma sencilla de este procedimiento puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{\left( \sum_{i=1}^n P_i D_i^2 \right)}{\left( g \sum_{i=1}^n F_i D_i \right)}}$$

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el período fundamental deberá tomarse como el 0.85 del valor obtenido por este método.

#### 4.2.3 Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

debiendo considerarse para  $C/R$  siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0.1$$

#### 4.2.4 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Si el período fundamental,  $T$ , es mayor que 0.7 segundos, una parte de la fuerza cortante  $V$ , denominada  $F_a$ , deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza  $F_a$  se determinará mediante la expresión.

$$F_a = 0.07 T V \leq 0.15 V$$

donde el período  $T$  en la expresión anterior será el mismo que el

usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir  $V - Fa$  se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i H_i}{\sum_{j=1}^n P_j h_j} (V - Fa)$$

#### 4.2.5 Efectos de Torsión

La fuerza en cada nivel ( $F_i$ ) se supondrá actuando en el centro de masas del nivel respectivo, debiendo considerarse además el efecto de excentricidades accidentales como se indica a continuación.

Para cada dirección de análisis la excentricidad accidental en cada nivel ( $e$ ), se considerará como 0.10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la de aplicación de las fuerzas.

En cada nivel además de la fuerza actuante, se aplicará el momento accidental denominado  $M_{ti}$  que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i e$$

Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

#### 4.2.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso. Para las zonas 3 y 2 esta fracción será de 0.3 Para la zona 1 no será necesario considerar este efecto.

### 4.3 ANÁLISIS DINÁMICO

#### 4.3.1 Alcances

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de superposición espectral o por medio de análisis tiempo-historia.

Para edificaciones convencionales podrá usarse el procedimiento de superposición espectral; y para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo-historia.

#### 4.3.2 Análisis por Superposición Espectral

##### 4.3.1.1 Modos de Vibración

Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

##### 4.3.1.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

#### 4.3.1.3 Criterios de Superposición

Mediante los criterios de superposición que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima esperada ( $r$ ) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse usando la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \sum_{j=1}^m |r_j| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta, por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

#### 4.3.1.4 Fuerza Cortante Mínima en la Base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado según el acápite 4.2.3 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

#### 4.3.1.5 Efectos De Torsión

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

#### 4.3.2 Análisis Tiempo-Historia

El análisis tiempo historia se podrá realizar suponiendo comportamiento lineal y elástico y deberán utilizarse no menos de cinco registros de aceleraciones horizontales, correspondientes a sismos reales o artificiales. Estos registros deberán normalizarse de manera que la aceleración máxima corresponda al valor máximo esperado en el sitio.

Para edificaciones especialmente importantes el análisis dinámico tiempo-historia se efectuará considerando el comportamiento inelástico de los elementos de la estructura.

### 5. CIMENTACIONES

#### 5.1 Generalidades

5.1.1 Las suposiciones que se hagan para los apoyos de la estructura deberán ser concordantes con las características propias del suelo de cimentación.

5.1.2. El diseño de las cimentaciones deberá hacerse de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenida del análisis de la estructura.

## 5.2 Capacidad Portante

5.2.1 En todo estudio de mecánica de suelos deberán considerarse los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuefacción del suelo, debe efectuarse una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución más adecuada.

5.2.2 Para el cálculo de las presiones admisibles sobre el suelo de cimentación bajo acciones sísmicas, se emplearán los factores de seguridad mínimos indicados en la Norma Técnica de Edificaciones E-050 "Suelos y Cimentaciones".

## 5.3 Momento de Volteo

5.3.1 Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo. El factor de seguridad deberá ser mayor o igual que 1.5.

## 5.4 Zapatos aislados y cajones

5.4.1 Para zapatos aislados con o sin pilotes en suelos tipo S3 y S4 y para las zonas 3 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

5.4.2 Para el caso de pilotes y cajones deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas solicitaciones. Se considerará que los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente o por lo menos del 15% de la carga vertical que soportan.

## 6. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APENDICES Y EQUIPO

6.1 Se consideran como elementos no-estructurales, aquellos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.

6.2 En el caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, estos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P) tal como se indica a continuación.

$$V = Z U C_1 P$$

Los valores de U corresponden a los indicados en el capítulo 3 y los valores de C<sub>1</sub> se tomarán de la siguiente tabla:

TABLA 9 VALORES DE C <sub>1</sub>	
Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano. Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	2.0
Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano).	0.75
Cercos:	0.50
Tanques, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0.75
Pisos y techos que actúan con diafragmas con la dirección de la fuerza en su plano	0.50

6.3 Para elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural principal y deben acompañar la deformación de la misma, deberá asegurarse que en caso de falla, no causen daños personales.

6.4 La conexión de equipos e instalaciones dentro de una edificación debe ser responsabilidad del especialista correspondiente. Cada especialista deberá garantizar que estos equipos e instalaciones no constituyan un riesgo durante un sismo y, de tratarse de instalaciones esenciales, deberá garantizar la continuación de su operatividad.

## 7. EVALUACION Y REPARACION DE ESTRUCTURAS DAÑADAS POR SISMOS

7.1 Las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con los objetivos del diseño sismorresistente anotada en el acápite 1.

7.2 Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un Ingeniero Civil, quien deberá determinar si el estado de la edificación hace necesario el reforzamiento, reparación o demolición de la misma. El estudio deberá necesariamente considerar las características geotécnicas del sitio.

7.3 La reparación deberá ser capaz de dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros.

7.4 El proyecto de reparación o reforzamiento incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.

## 8. INSTRUMENTACION

### 8.1 Registradores Acelerográficos

8.1.1 Los registradores acelerográficos deberán ser provistos por el propietario, con especificaciones técnicas aprobadas por el Instituto Geofísico del Perú.

8.1.2 En todas las zonas sísmicas, cada edificio de más de 20 pisos de altura, construcciones con un agregado de área acumulada de pisos igual o mayor de 10,000 m<sup>2</sup>, y construcciones del Tipo A con área agregada de pisos mayor de 10,000 m<sup>2</sup>, deberán instrumentarse con no menos de dos registradores acelerográficos.

8.1.3 En las zonas sísmicas 2 y 3, todo edificio de 25 pisos o más de altura, construcciones con un agregado de área de pisos igual o mayor de 15,000 m<sup>2</sup>, y construcciones del Tipo A con un área agregada de pisos igual o mayor de 15,000 m<sup>2</sup>, deberán instrumentarse con no menos de tres registradores acelerográficos.

8.1.4 En las zonas sísmicas 2 y 3, los edificios de 15 a 24 pisos inclusive, indiferente del área acumulada de pisos, y toda construcción del Tipo A y B localizadas en colinas, áreas cercanas a acantilados, fallas geológicas activas o áreas de comprobada amplificación sísmica, deberán instrumentarse con no menos de dos registradores acelerográficos.

### 8.2 Ubicación

Los instrumentos deberán colocarse en los puntos señalados por el Ingeniero Civil, responsable del proyecto estructural, reservándose un instrumento a ser ubicado en un campo libre de la influencia del edificio. La ubicación de los instrumentos en el edificio deberá identificarse claramente en los planos de arquitectura, teniendo en cuenta un acceso fácil para su mantenimiento; y una apropiada iluminación, ventilación,



suministro de energía eléctrica, y seguridad física.

### 8.3 Mantenimiento

El mantenimiento operativo, partes y componentes, material fungible y servicio de los instrumentos deberán ser provistos por los propietarios del edificio bajo control del Instituto Geofísico del Perú. La responsabilidad se mantendrá por 10 años.

### 8.4 Disponibilidad de Datos

Los acelerogramas registrados por los instrumentos, serán procesados por el Instituto Geofísico del Perú e integrados al Banco Nacional de Datos Geofísicos.

Esta información es de dominio público y estará disponible a los usuarios a pedido.

### 8.5 Requisitos para la Conformidad de Obra

Para obtener la conformidad de obra, y bajo responsabilidad del funcionario competente, el propietario deberá presentar un certificado de instalación, expedido por el Instituto Geofísico del Perú y además un contrato de servicio de mantenimiento operativo de los instrumentos.

#### APENDICE

1. ESCALAS DE INTENSIDADES SISMICAS
2. CLASIFICACION DE LOS SISMOS
3. ZONIFICACION SISMICA DEL PERU

#### ESCALAS DE INTENSIDADES SISMICAS

##### 1.1 ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA (ABREVIADA)

###### 1.1.1 INTENSIDAD: GRADOS

I No sentido en general, excepto por muy pocos en circunstancias especialmente favorables.

II Sentido solamente por pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos de edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.

III Sentido muy perceptiblemente en el interior de las construcciones, especialmente en los pisos superiores de edificios, pero mucha gente no reconoce la perturbación como movimiento sísmico. Vehículos motorizados estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como el paso de un camión.

IV Durante el día, sentido en interiores por muchos, en exteriores sentido por pocos. En la noche, algunos se despiertan. Platos, ventanas y puertas se sacuden; las paredes crujen. Sensación como que un camión pesado golpeara el edificio. Vehículos detenidos se mecen notablemente. Líquidos en vasijas abiertas se agitan.

V Sentido por casi todos. Muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen por la vibración. En algunos casos, el revestimiento se agrieta. Objetos inestables se voltean. Se advierten algunas veces perturbaciones de postes, árboles, y otros objetos altos. Se asustan pocos, algunos, varios. Pocos salen fuera de las construcciones. Árboles y arbustos se sacuden ligeramente.

VI Sentido por todos. Algunos muebles pesados se mueven. En algunos casos cae revestimiento. Daño ligero. Muchos se asustan. Muchos salen de la construcción. Objetos son arrojados de repisas o lugares de reposo. Árboles y arbustos se sacuden moderadamente. Se despiertan todos.

VII Todos se asustan. Todo el mundo corre fuera de la construcción. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción. Daño ligero a moderado en estructuras ordinarias bien construidas. Daño considerable, en estructuras pobremente construidas o malamente diseñadas. Árboles y arbustos se sacuden fuertemente. En muchos casos muebles pesados se voltean. Agua se vuelve turbia y lodosa. Caída de cornisas, parapetos, locetas, tejas, y piedras.

VIII Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas. Daño considerable en edificaciones resistentes ordinarias con colapso parcial. Gran daño en estructuras pobremente construidas. Muros de panel forzados fuera de su marco estructural. Caída de columnas, monumentos, muros, etc. Muebles pesados se voltean. Eyección de arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambios: temporal, permanente, en flujo de manantiales y pozos, cambios en las temperaturas del agua. Personas manejando vehículos se desconciertan. Árboles se sacuden fuertemente; ramas y troncos se rompen. Terrenos húmedos se agrietan en cierta extensión.

IX Daño considerable en estructuras diseñadas especialmente. Pandeo de marcos estructurales bien diseñados. Gran daño en construcciones resistentes, con colapso parcial. Edificios desplazados de sus cimientos. El suelo se agrieta conspicuamente. Se rompen tuberías en el subsuelo. Se reportan varios deslizamientos.

X Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen. La mayoría de las estructuras de mampostería y albañilería y pórticos destruidos, incluyendo sus cimientos. Terreno severamente agrietado. Rieles se doblan. Considerables deslizamientos de las riberas de ríos y pendientes empinadas. Arena y lodo desplazado/trasiadado. Daños severos a presas, diques, y terraplenes. Tuberías subterráneas rotas, trituradas, aplastadas, combadas.

XI Pocas, si alguna estructura (mampostería o albañilería) permanece en "pie". Puentes destruidos. Amplias fisuras en el terreno. Las tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. Deslizamientos rotacionales y deslizamientos de tierras en terrenos blandos. Rieles se doblan o arquean grandemente. Gran daño a presas, diques, terraplenes. Causa maremoto significativo.

XII Daño total. Se ven ondas en la superficie del terreno. Líneas de vista y nivel distorsionadas. Objetos lanzados hacia arriba; al aire.

##### 1.2 ESCALA DE INTENSIDAD MSK-64

###### 1.2.1 CLASIFICACION ADOPTADA EN LA ESCALA

###### TIPOS DE ESTRUCTURAS

Edificaciones construidas sin las previsiones sismorresistentes necesarias.

Tipo A: Construcciones de piedra, adobe, ladrillos secados al sol, tapial, etc.

Tipo B: Construcciones de ladrillo, bloquetas de cemento, bloques grandes y paneles, piedra cortada.

Tipo C: Construcciones de ladrillo, bloquetas de cemento, etc. con refuerzo de concreto: vigas y columnas; casas de maderas bien diseñadas.

###### DEFINICIONES DE CANTIDADES

Individual = Alrededor del 5%

Muchos = 50%

La mayoría = Alrededor del 75%

## CLASIFICACION DE DAÑOS

Grado 1. **Daño ligero:** Grietas finas en el revestimiento y caídas de pequeños pedazos del revestimientos o enlucido.

Grado 2. **Daño moderado:** Grietas pequeñas en muros, caída de pedazos muy grandes del revestimiento, caída de tejas y lozas del techo.

Grado 3. **Daño, Grave:** Grietas grandes y profundas en muros.

Grado 4. **Destrucción Parcial:** Grietas y brechas muy grandes en muros, desplome de partes de la construcción, rotura de conexiones entre partes de la construcción, desplome de muros interiores y muros aporticados.

Grado 5. **Destrucción total:** Destrucción total de la edificación.

## AGRUPAMIENTO DE LOS CRITERIOS DE INTENSIDAD

- a) La gente y sus ambientes
- b) Las estructuras
- c) Los fenómenos naturales

### 1.2.2 INTENSIDAD: GRADOS

#### I No perceptible

a) Intensidad de vibración por debajo del nivel perceptible de los humanos; sacudimiento del suelo detectado y registrado por los sismógrafos solamente.

- b) No hay daños.
- c) No hay efectos

#### II Escasamente perceptible

a) Sacudimiento sentido por algunas personas en reposo en el interior de la construcción, especialmente en pisos superiores.

- b) No hay daños
- c) No hay efectos

#### III Sismo ligero

a) Sentido por algunas personas en el interior de la construcción; sentido fuera de la construcción bajo condiciones favorables. Vibración similar al sacudimiento causado por el paso de un camión ligero. Observadores atentos pueden notar ligero oscilamiento de objetos colgados, los cuales son más notorios en pisos superiores.

- b) No hay daños
- c) No hay efectos

#### IV Sacudimiento perceptible

a) Sentido en el interior de la construcción por muchas personas; sentido fuera de la construcción sólo por unas pocas. Algunas personas dormidas se despiertan, pero nadie se asusta. Vibraciones similares al sacudimiento causado por el paso de camión pesado. Ventanas, puertas, y platos se sacuden con ruido. Pisos y paredes crujen. Muebles comienzan a sacudirse. Objetos colgantes oscilan. Líquidos en vasijas descubiertas se agitan ligeramente. Vehículos automotores estacionados se mecen.

- b) No daños
- c) No efectos

#### V Sacudimiento severo

a) Sentido por todas las personas en el interior de la construcción, y por muchos fuera de la construcción. Muchas personas dormidas se despiertan. Algunas personas corren al

exterior de la construcción. Animales se inquietan. Sacudimiento de toda la construcción. Objetos colgantes oscilan considerablemente. Cuadros se mueven. En casos raros, relojes de péndulo se paran. Algunos objetos inestables se vuelcan o desplazan. Puertas y ventanas no aseguradas con llave se abren y se cierran. Pequeñas cantidades de líquido se derrama de vasijas abiertas. Vibraciones similares a las causadas por la caída de objetos pesados percibida dentro de la construcción.

b) Posible daño de grado-1 a construcciones individuales del Tipo A.

c) En algunos casos, la cantidad de flujo de agua en los manantiales cambia.

## VI Daños ligeros a construcciones

a) Sentido por la mayoría de las personas tanto en el interior como en el exterior de la construcción. Muchas personas dentro de la construcción. Muchas personas dentro de la construcción se asustan y corren hacia fuera.

Algunas personas pierden su equilibrio. Animales domésticos salen corriendo de sus albergues. En algunos casos, platos y otros objetos de vidrio se rompen; libros se caen. Muebles pesados pueden moverse; puede escucharse el tañer de campanas pequeñas en campanarios.

b) Daño grado-1 a construcciones individuales del Tipo B y a muchas construcciones del Tipo A. Daño grado-2 a construcciones individuales del Tipo A.

c) En algunos casos, se forman grietas de hasta 1 cm de ancho en terreno húmedo; algunos deslizamientos en áreas montañosas. Cambios en la cantidad de flujo de agua de manantiales y en los niveles de agua de los pozos.

## VII Daño a las construcciones

a) La mayoría de las personas se asustan y corren fuera de la construcción. Muchas personas tienen dificultad en mantener su equilibrio. El sacudimiento es advertido por personas manejando carros. Grandes campanas suenan.

b) Daño de grado-1 a muchas construcciones de Tipo C; daño de grado-2 a muchas construcciones de Tipo B, daño de grado-3 a muchas construcciones de Tipo A, daño de grado-4 a construcciones individuales de Tipo A. En algunos casos, deslizamientos sobre carreteras en pendientes empinadas y grietas en carreteras. Roturas en uniones de tuberías; grietas en cercos de albañilería.

c) Se forman ondas en superficies de agua; el agua se enturbia debido a que el lodo se levanta. Niveles de agua en pozos y flujo de la cantidad de agua de manantiales cambian. En algunos casos, nuevas fuentes de agua aparecen y viejas desaparecen. Casos individuales de deslizamientos de arena o grava en riberas de ríos.

## VIII Fuerte daño a construcciones

a) Miedo y pánico; aún personas manejando carros son desconcertados. En algunos sitios se rompen ramas de árboles. Muebles pesados se mueven y algunas veces se voltean. Algunas lámparas colgantes se dañan.

b) Daños del grado-2 a muchas construcciones del Tipo C; daños del grado-3 a edificios individuales del Tipo C. Daños del grado-3, y ocasionalmente grado-4, a construcciones del Tipo B. Daño del grado-4, y ocasionalmente del grado-5, a construcciones del Tipo A. Casos individuales de daños a tuberías. Monumentos y estatuas se mueven, y 1ápidas se voltean. Cercas de piedras son destruidas.

c) Deslizamientos pequeños en pendientes empinados de bajadas y subidas de carreteras; grietas en el terreno alcanzan varios centímetros de ancho. Aparecen nuevos cuerpos de agua.

Algunas veces, pozos secos se llenan de agua o pozos que estuvieron funcionando se secan. En muchos casos, la cantidad de flujo de agua de manantiales y niveles de agua de pozos cambian.

## IX Destrucción parcial de construcciones

- a) Pánico general; daño severo a muebles. Animales salen precipitadamente y mugen, braman o gritan.
- b) Daño de grado-3, y ocasionalmente grado-4, a construcciones del Tipo C. Daño del grado-4, y ocasionalmente grado-5, a muchos edificios del tipo A, Monumentos, columnas y pilares se voltean. Daños considerables a reservorios artificiales; rotura de algunas tuberías subterráneas. En casos particulares, rieles de tren se comban y las carreteras se dañan.
- c) Planicies son inundadas, y se notan depósitos de arena y lodo. Grietas en el terreno alcanzan 10 cm en ancho y sobre pendientes y orillas de ríos pueden sobrepasar los 10 cm; además, un gran número de grietas finas aparecen en el terreno. Taludes se rompen por fuerzas cortantes o por deslizamientos; frecuentes deslizamientos y desintegración del terreno. Grandes olas en las superficies de agua.

## X Destrucción total de construcciones

- a) Daño de grado-4, y ocasionalmente grado-5, a construcciones del Tipo C, daño de grado-5 a muchas construcciones del Tipo B; daño del grado-5 a muchas construcciones del Tipo A. Daño amenazante a presas y terraplenes, y daños serios a puentes. Ligero combamiento de rieles de tren. Rotura o combadura de la tubería subterránea. Cobertura y asfalto de carreteras forman una superficie ondulada.
- b) Grietas en el terreno son hasta unos pocos decímetros, algunas veces hasta un metro, de ancho. Anchas fracturas aparecen paralelas a los cursos de agua. Caída de rocas sueltas de pendientes inclinadas. Posibles deslizamientos mayores sobre riberas de ríos y litorales empinados. Agua salpica de canales, lagos, ríos, etc. Aparecen nuevos lagos.

## XI Catástrofe

- a) Daños serios aún a edificaciones, puentes, presas y rieles de trenes bien construidas. Autopista intransitables; destrucción de tuberías subterráneas.
  - b) Considerable deformación del terreno en forma de anchas grietas, desplazamientos y roturas, tanto vertical como horizontal; numerosos deslizamientos en montañas.
- Determinación de la intensidad de sacudimiento en este caso requiere investigaciones especiales.

## XII Cambios en relieve

- a) Fuerte daño o destrucción de todas la estructuras de superficie y de subsuelo.
  - b) Cambios drásticos en la superficie terrestre. Grietas algo grandes se observan en el terreno, con grandes desplazamientos verticales y horizontales. Deslizamientos en montañas y derrumbamiento de riberas de ríos sobre grandes áreas. Aparecen nuevos lagos y caídas de agua; cursos de ríos cambian.
- La determinación de la intensidad de sacudimiento, en este caso, requiere de investigaciones especiales.

## 1.3 ESCALA DE INTENSIDADES MERCALLI MODIFICADA PARA LOS PAISES ANDINOS (M.M.A. - 92)

### 1.3.1 Intensidad

La Intensidad sísmica se define como la medida de un conjunto de efectos producidos por un sismo, los cuales son:

- a) La manera como las persianas perciben el sismo, por lo tanto es importante definir el estado y el ambiente en el que se encuentran al ocurrir el sismo.
- b) Los daños que causan en las edificaciones, por lo que se hace imprescindible clasificarlas por tipos, de acuerdo a sus resistencia sísmica.
- c) Por los efectos que causan en la naturaleza.

Los grados que se expresan en números romanos y los efectos sísmicos serán presentados en el orden arriba indicado. Debido a que éstos solamente son números enteros, se acostumbra agregar signos "+" y "-" a los grados para expresar los valores intermedios. Ejemplo: VIII + MMA - 92, significa que la intensidad fue mayor que 8, sin llegar a 8,5 y VI - MMA - 92, significa que la intensidad fue algo menor que 6.

Se podrá notar que en los grados bajos de la escala, hasta V, donde no se producen daños, ésta se refiere a la manera como la percibe el hombre y que ocurre a su alrededor, como la oscilación de puertas abiertas, caída de objetos, etc. En cambio los grados intermedios de VI a IX son mejor definidos por los daños que causan en las edificaciones, por lo que sus características deben corresponder a las de la escala que se aplica. Los grados altos de X a XII, donde la población se encuentra en estado de pánico, los daños producidos son tan severos y/o la mayoría de las construcciones han colapsado lo que no permite diferenciar los grados de intensidad; por ello éstos están mejor definidos por los efectos que han causado en la naturaleza.

Con respecto a lo último, la escala Mercalli Modificada MM - 56 recién considera grandes deslizamientos para el grado X, seguramente debido a que la topografía es suave en California, en cambio en el lado occidental de Sudamérica donde los Andes originan una geografía agreste, los deslizamientos ocurren a partir del grado VI o VII MMA - 92.

### 1.3.2 Tipos de edificaciones

Los tipos de construcciones que existían en California en los años 40, son diferentes a los que existen en la actualidad en América Latina. En esa época, no era conocida como tal, la licuación de suelos, fenómeno que agrava los daños que causan los terremotos, que recién comenzó a recibir atención de los investigadores después del terremoto de Nigata, Japón 1964, donde este fenómeno ocurrió de manera extensiva. Todas estas consideraciones han llevado a los autores a proponer la presente escala MMA - 92 para ser aplicado en los países andinos, ubicados en la costa Oeste de Sudamérica.

En esta escala se presentan las edificaciones clasificadas en cuatro tipos, aunque hay una gran variedad de construcciones entre México por el Norte y Chile y Argentina por el Sur, éstas pueden agruparse en unos pocos tipos donde el aspecto principal a ser considerado son sus características sismorresistentes.

Los grupos de edificaciones que pueden considerarse son.

#### 1.3.2.1 TIPO 1: Construcciones Sísmicas Muy Débiles

• Construcciones de tierra conocidas como adobe, piezas cuyas dimensiones más comunes son de 40x25x18 cm., lo que da muros de 40 y 25 cm. de espesor dependiendo del aparejo usado. Las construcciones antiguas utilizaron adobe de mayores dimensiones y por lo tanto los muros resultantes son de mayor espesor.

- Edificaciones construidas con tierra húmeda apisonada en moldes o formas de madera, resultando bloques de tierra de 50 a 80 cm. de espesor, 50 a 100 cm. de altura y 80 a 150 cm. De largo dispuesto de tal forma que conforman los muros de las edificaciones, que en muchos casos son innecesariamente altos. En el Perú toma el nombre de adobón o tapial.

- Edificaciones construidas con bloques de piedra de diferentes formas y tamaños, unidas con mortero de barro.

Estas edificaciones por lo general tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, tronco o caña gruesa; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o materiales similares.

### 1.3.2.2 TIPO 2: Construcciones Sísmicamente Débiles

- Edificaciones de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto unidas con mortero de arena cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero o flexible.

- Edificaciones con bloques de piedras unidas con mortero de arena cemento; sin refuerzo de columnas y vigas collar, con techo ligero y flexible.

- Construcciones de madera y/o caña recubiertas con tierra (bahareque, quincha) cuyos miembros estructurales están debilitados por la acción de insectos o descompuestos por la acción de sucesivos procesos de humedecimiento y secado, con techo ligero y flexible.

Estas edificaciones tienen techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos o caña gruesa; y la cobertura planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o materiales similares.

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena cemento, sin columnas de confinamiento, ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, baja densidad de muros en ambas o una de sus direcciones (menor a 20 cm/m<sup>2</sup>).

- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos especiales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Con estructuración inadecuada para resistir sismos por la presencia de columnas cortas, excentricidad, poca rigidez lateral en una de las direcciones principales, insuficiente separación con el bloque adyacente o edificios vecinos y con otras deficiencias estructurales. No diseñadas para resistir sismos, concreto de baja resistencia y ausencia de muros de corte para tomar cargas laterales.

### 1.3.2.3 TIPO 3: Construcciones Livianas y Normales

- Construcciones Livianas, que tienen poco peso propio y por lo tanto en caso de sismos generan fuerzas de inercia poco intensas. La estructura resistente lo constituyen piezas de madera horizontales y verticales en estado rústico (troncos), caña gruesa (tipo caña de Guayaquil o caña brava), y el relleno de los muros son tablas, cañas delgadas de árboles recubiertas con barro. Dentro de este grupo se incluye el bahareque de Centro América, la quincha de Perú, las viviendas de madera del Sur de Chile y construcciones de características similares que se construyen en la región.

- Construcciones Normales que pueden ser de albañilería y concreto reforzado.

Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto), bloques de concreto o piedra tallada, unidas con mortero de arena cemento, sin columnas de confinamiento,

ni refuerzo interior en los muros, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, con baja densidad de muros (menor de 12 cm/m<sup>2</sup>) en una o ambas direcciones.

De concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformando pórticos especiales, con techos de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muro de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto, con algunos muros de concreto reforzado para tomar fuerzas horizontales sin tener una concepción ideal para resistir terremotos pudiendo tener en la construcción y supervisión uno de los defectos señalados como construcción débil. Concreto de resistencia Normal ( $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$ ).

### 1.3.2.4 TIPO 4: Construcciones Sismorresistentes.

- Construcciones con muros de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado, sin columnas de confinamiento de concreto armado o sin refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a 25 cm./m<sup>2</sup> en ambas direcciones.

- Construcciones con muro de albañilería de ladrillo (tierra cocida o concreto) o bloques de concreto, unidas con mortero de arena cemento, con techo rígido y pesado generalmente de concreto reforzado con columnas de confinamiento de concreto armado o con refuerzo interior, con densidad de muros igual o superior a 12 cm./m<sup>2</sup> en ambas direcciones.

- Construcciones de concreto reforzado, cuyo sistema resistente está constituido por columnas y vigas de concreto reforzado conformado por pórtico especiales, con techo de losas de concreto reforzado o aligerados con elementos de albañilería huecos, con muros de relleno generalmente de ladrillo cocido o bloques de concreto. Concebidas, diseñadas y construidas para resistir sismos utilizando técnicas sismorresistentes con muros de corte de concreto reforzado, simétricamente distribuidos en planta y elevación, capaces de controlar la deformación lateral dentro de límites que evitan las fallas de elementos frágiles como vidrios o muros de relleno, aún en caso de sismos intensos. Concreto de buena calidad ( $F'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$ ). Buena mano de obra y supervisión.

## 1.3.3 DESCRIPCION DE LOS GRADOS

### I. IMPERCEPTIBLE

La intensidad de la vibración está debajo del límite de la percepción humana. Registrado por sismógrafos sensibles.

### II. APENAS PERCEPTIBLE

Solo sentido por personas en los pisos superiores de edificios altos o en estado de reposo en ambientes tranquilos.

### III. DEBIL OBSERVADO PARCIALMENTE

Sentido en el interior de las casas. Puede ser confundido con las vibraciones producidas por el paso de un camión ligero. Personas atentas podrían notar pequeñas oscilaciones de objetos colgantes.

### IV. OBSERVADO A ESCALA MODERADA

Sentido por mucha personas en el interior de los edificios y pocas fuera de ellos. Oscilan objetos colgantes. Vibraciones similares a las producidas por el paso de camiones pesados. Las puertas, ventanas y vajillas vibran. Percibido dentro de vehículos detenidos.

### V. LAS PERSONAS DESPIERTAN

Sentido en el exterior. Los edificios vibran notoriamente. Las personas se despiertan aunque pocas corren al exterior.

Los objetos inestables pueden volcarse o girar. Las puertas y ventanas abiertas oscilan. Los objetos colgantes oscilan notoriamente y los relojes de péndulo pueden detenerse o alterar su marcha.

## VI. LAS PERSONAS SE ASUSTAN

Sentido por todos. Muchos se asustan y corren afuera de las edificaciones. Dificultad en caminar. Vajilla, adornos y libros se desplazan en sus apoyos, pueden caer y romperse. Las edificaciones Tipo I (adobe y similares) se fisuran en las esquinas y la parte central superior (las fisuras tienen menos de 2mm, las grietas un espesor mayor). Árboles y arbustos se sacuden. Pueden producirse pequeños deslizamientos en zonas de gran pendiente con equilibrio precario.

## VII DAÑOS EN EDIFICIOS

La mayoría de las personas se asustan y corren al exterior. Dificil mantenerse en pie. Percibido por personas manejando autos. Los objetos colgantes tiemblan. Las edificaciones Tipo I (adobe y similares) se agrietan en las esquinas y la parte central superior, pudiendo desprenderse pequeños bloques de muros. Fisuras en forma de "X" en columnas cortas desfavorablemente ubicadas dentro de las edificaciones y en muros de edificaciones en base a muros portantes con baja densidad de muros (Tipo 2) y elementos de relleno (muros de partición y vidrio) en edificios flexibles de concreto y acero. Pequeñas fisuras en las esquinas de las construcciones de albañilería con techo ligero y flexible (madera+caña+planchas metálicas o asbesto cemento) (Tipo 2). Se desprende polvo y pequeños trozos del estuco de construcciones flexibles (madera y quincha) cubiertas con barro (Tipo 3). Pueden producirse pequeños deslizamientos en zonas de gran pendiente y pequeñas grietas en suelos blandos y húmedos.

## VIII DESTRUCCION DE EDIFICIOS

Susto y pánico incluyendo a los conductores de autos. Se mueven muebles, incluso los pesados y los cuadros y otros objetos colgantes vibran violentamente y pueden dañarse parcialmente. Destrucción parcial de la mayoría de edificaciones Tipo 1 (adobe y similares) incluyendo la caída de techos. Las edificaciones de concreto reforzado con defectos estructurales (Tipo 2) de poca altura (hasta 2 ó 3 pisos) sufren daños en puntos de concentración de esfuerzos (columnas cortas), los de mayor altura pueden colapsar total o parcialmente. Graves daños en tabiquería con caída de muros sueltos y rotura de gran cantidad de vidrios en edificios flexibles. Graves daños, en edificios de madera y quincha con elementos resistentes debilitados por picaduras de insectos o descomposición (Tipo 2). Desprendimiento de parte importante del tarrajeo en construcciones de quincha (Tipo 3). Fisuras en construcciones de albañilería (Tipo 4). Se rompen ramas de los árboles. Grandes grietas en suelos húmedos. Licuación en arenas finas y limos saturados de agua. Se enturbia el agua de los lagos. Se pueden producir grandes avalanchas de nieve y lodo desprendidas de altas montañas nevadas. Deslizamientos importantes en zonas de topografía abrupta y suelo suelto. Ondas en pantanos.

## IX DESTRUCCION GENERAL DE EDIFICIOS

Pánico general. Los animales se asustan y gritan. Daño total (colapso) en edificaciones Tipo 1. Daños severos, a veces irre recuperables en edificaciones del Tipo 2. Colapso parcial de edificaciones de albañilería sin columnas y baja densidad de muros (Tipo 2). Graves daños, colapso parcial o falla total de edificios de concreto reforzado con uno o más defectos estructurales como columna corta, excentricidad, debilidad en una de las

direcciones, sin separación adecuada del edificio vecino (Tipo 2), Desprendimiento de gran parte del tarrajeo en construcciones de quincha (Tipo 3). Daños importantes pero reparables en edificaciones Tipo 4. Graves daños en estructuras enterradas en suelos blandos (tuberías). Hundimiento de edificaciones y flotación de cajas de desagüe en zonas donde han ocurrido licuación de suelos. Grandes grietas en el terreno y eyección de agua, lodo y arena. Grandes deslizamientos de tierra y piedras. Grandes olas sobre el agua. Vertientes de agua cambian su régimen.

## X DESTRUCCION TOTAL DE EDIFICIOS

Destrucción generalizada de edificios. Edificaciones tipo 4 (sismorresistentes) sufren daños muchos de ellos irreparables pero sin colapsar, no amenazando a sus ocupantes. Diques y presas sufren daños críticos; severos en puentes y estructuras enterradas. La líneas férreas se tuercen levemente y las carreteras se ondulan. Los ríos y lagos se salen de sus cauces. Grandes grietas de varios decímetros y desplazamientos de suelo en terrenos en pendiente. Severa licuación de suelos saturados, cambio de nivel de pozos. Arena y barro se desplazan horizontalmente aún en terrenos planos.

## XI CATASTROFE

Daños severos en edificaciones Tipo 4, la mayoría muy costosos de reparar. Puentes, presas, líneas férreas, carreteras y tuberías subterráneas quedan inservibles. Las líneas férreas se doblan fuertemente. Grandes grietas en el terreno con desplazamiento horizontal y vertical, Numerosos derrumbes de grandes volúmenes de suelo y desprendimiento de rocas.

## XII CAMBIOS EN EL PAISAJE

Destrucción casi total de todas las estructuras ubicadas sobre o bajo el nivel del suelo. Cambio radical en la superficie terrestre con abundantes grietas y extensos desplazamientos horizontales y verticales. Cambios importantes en el régimen de cursos de pozos de agua.

## 2. CLASIFICACION DE LOS SISMOS

Para fines de la Norma Sismorresistente: Sección 1,2, se aplicara la siguiente clasificación de los sismos:

- |                         |   |  |
|-------------------------|---|--|
| 1. Sismos Leves         | : | Sismos con intensidades de grado igual o menores a VI MSK o MM |
| 2. Sismos moderados     | : | Sismos con intensidades de grados VII y VIII MSK o MM.         |
| 3. Sismos severos       | : | Sismos con intensidad de grado IX MSK o MM.                    |
| 4. Sismos catastróficos | : | Sismos con intensidades de grado X o más MSK o MM.             |

## 1. ZONIFICACION SISMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestra en la Figura 1 de la sección 2.1.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

**Zona 1**

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Mainas y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

**Zona 2**

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas, y Ucayali.
2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Por-tillo, Atalaya y Padre Abad.
6. Departamento de Cerro de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín. todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angaraes, Churcampa, Tayacaja, y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta, y Vilcashuaman.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.

11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

**Zona 3**

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.
2. Departamento de Piura. Todas las provincias.
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.
4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.
5. Departamento de la Libertad. Todas las provincias.
6. Departamento de Ancash. Todas las provincias.
7. Departamento de Lima. Todas las provincias.
8. Provincia Constitucional del Callao.
9. Departamento de Ica. Todas las provincias.
10. Departamento de Huancavelica. Provincias: Castrovirreyna y Huaytará.
11. Departamento de Ayacucho. Provincias: Cangallo, Huanca Sancos, Lucanas, Víctor Fajardo, Paríacochas, Paucar del Sara Sara.
12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias.
13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias.
14. Departamento de Tacna. todas las provincias.

## CAPITULO V

Resolución Ministerial N° 743-77-VCDE 14.11.77deroga el  
Capítulo Seguridad Contra Vientos, Externos y  
Temporales reemplazado por la Norma 'Carga' E.020  
por R.M. 153-85-VC-9600 del 25.06.85.

### NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-0.20 CARGAS

1. GENERAL
  - 1.1 Alcance
  - 1.2 Normas
  - 1.3 Definiciones
2. CARGA MUERTA
  - 2.1 Materiales
  - 2.2 Dispositivos de Servicio y Equipos
  - 2.3 Tabiques
3. CARGA VIVA
  - 3.1 Generalidades
  - 3.2 Carga Viva del Piso
  - 3.3 Carga Viva para Aceras, Pistas, Barandas, Parapetos y Columnas en Zonas de Estacionamiento.
  - 3.4 Carga Viva del Techo
  - 3.4 Cargas Vivas Móviles
4. REDUCCION DE CARGA VIVA
  - 4.1 Cargas Vivas de Techo
  - 4.2 Cargas Vivas de Piso
  - 4.3 Zona Contribuyente de Piso
  - 4.4 Cimientos y Soportes de Columna
5. CARGAS DEBIDAS AL VIENTO
  - 5.1 Generalidades
  - 5.2 Clasificación de las Edificaciones
  - 5.3 Velocidad de Diseño
  - 5.4 Carga Exterior de Viento
  - 5.5 Carga Interior de Viento
6. OTRAS CARGAS
  - 6.1 Presiones de Tierra
  - 6.2 Cargas de Construcción
  - 6.3 Fuerzas Térmicas
  - 6.4 Contracción
7. DISTRIBUCION Y COMBINACION DE CARGAS
  - 7.1 Distribución de Cargas Verticales
  - 7.2 Distribución de Cargas Horizontales
  - 7.3 Combinaciones de Cargas
8. ESTABILIDAD
  - 8.1 Generalidades
  - 8.2 Volteo
  - 8.3 Deslizamiento

## 9. RIGIDEZ

- 9.1 Método de Cálculo
- 9.2 Desplazamientos Laterales
- 9.3 Flechas
- 9.4 Acumulación de Agua

Anexo 1. Pesos Unitarios

### NORMA DE CARGAS

#### 1. GENERAL

1.1 *Alcance.* Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no causaran esfuerzos que excedan los admisibles señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En ningún caso las cargas asumidas serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma.

1.2 *Normas.* Esta Norma forma parte de las Normas Técnicas de Edificación y se complementa con las Normas de Diseño Sismo-Resistente y con las normas propias de los diversos materiales estructurales.

#### 1.3 Definiciones.

**Carga Muerta.** Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes. Ver 2.

**Carga Viva.** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación. Ver 3.

#### 2. CARGA MUERTA

2.1 *Materiales.* Se considerará el peso real de los materiales que conforman y de los que deberá soportar la edificación calculados en base a los pesos unitarios que aparecen en el Anexo 1, pudiéndose usar pesos unitarios menores cuando se justifique debidamente.

El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

2.2 *Dispositivos de Servicio y Equipos.* Se considerará el peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, inclusive las tuberías, ductos y equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinarias para ascensores y otros dispositivos fijos similares. El peso de todo este material se incluire en la carga muerta.

El peso de los equipos con el que se amueble una zona dada, sera considerado como carga viva.

2.3 *Tabiques.* Se considerará el peso de todos los tabiques, usando los pesos reales en las ubicaciones que indican los planos.

Cuando no se conozca la distribución de tabiques, obligatoriamente se usara las cargas mínimas repartidas equivalentes que figuran en la Tabla 2.3, las que se añadirán a la carga muerta.

En el caso que los tabiques puedan ser cambiados de lugar se considerara la condición que cause los mayores esfuerzos entre la ubicación inicial y las cargas mínimas repartidas equivalentes.

**Tabla 2.3 Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de Tabiquería**

Peso del Tabique (Kg/m)	Carga Equivalente (Kg/m <sup>2</sup> ) a ser añadida a la carga muerta
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700. a 849	330
	390

### 3. CARGA VIVA

3.1 *Generalidades.* Además de las cargas muertas, cargas sísmicas, cargas debidas al viento y otras que se apliquen, se diseñará la edificación tomando en cuenta cargas vivas repartidas, cargas vivas concentradas o combinaciones simultáneas de cargas repartidas y concentradas, según las que produzcan un mayor esfuerzo.

#### 3.2 Carga Viva del Piso

3.2.1 Carga Viva Mínima Repartida. Se usará como mínimo los valores que se establecen en la Tabla 3.2.1 para diferentes tipos de ocupación o uso, verificando su conformidad de acuerdo a las disposiciones del acápite 3.2.3. Estas cargas incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto. Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en la tabla 3.2.1, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes.

**Tabla 3.2.1 Cargas Vivas Mínimas Repartidas**

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas en (Kg/m <sup>2</sup> )
<i>Almacenaje</i> Ver 3.2.3	500
Baños	Igual a la carga principal del resto del área
<i>Bibliotecas</i> Ver 3.2.3	
Salas de Lectura	300
Salas de Almacenaje	750
Corredores y Escaleras	400
<i>Centros de Educación</i>	
Aulas	300
Talleres Ver 3.2.3	350

Auditorios, Gimnasios, etc. de acuerdo a lugares de asambleas. 300  
Laboratorios 400  
Corredores y escaleras 400

#### *Garajes*

Para parqueo exclusivo de automóviles con altura de entrada menor de 2.40 m. 250  
Para otros vehículos Ver 3.5.3

#### *Hospitales*

Salas de Operación, laboratorios y áreas de servicio 300  
Cuartos 200  
Corredores y escaleras 400

#### *Hoteles*

Cuartos 200  
Salas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.  
Almacenaje y servicios 500  
Corredores y escaleras 400

#### *Industria* Ver 3.2.3

#### *Instituciones Penales*

Zona de habitación 200  
Zonas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.  
Corredores y escaleras 400

#### *Lugares de Asamblea*

Con asientos fijos 300  
Con asientos móviles 400  
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios 400  
Graderías y tribunas 500  
Corredores y escaleras 500

#### *Oficinas*

Exceptuando salas de archivo y computación 250  
Salas de archivo 500  
Salas de computación 350  
Corredores y escaleras 400

#### *Teatros*

Vertidores 200  
Cuarto de proyección 500  
Escenario 750  
Zonas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea.

#### *Tiendas* Ver 3.2.3 500

Corredores y escaleras 500

#### *Viviendas* 200

Corredores y escaleras 200



### 3.2.2 Carga Viva Concentrada

3.2.2.1 Cuando exista una carga viva concentrada, se colocará la carga viva repartida establecida en la Tabla 3.2.1 de tal forma que produzca los esfuerzos máximos.

3.2.2.2 Los pisos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otras cargas vivas concentradas en exceso de 500 Kg. (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.

3.2.2.3 Cuando exista una carga viva concentrada, se puede omitir la carga viva repartida en la zona ocupada por la carga concentrada.

#### 3.2.3 Conformidad

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre un área rectangular representativa de 15 metros cuadrados que no tenga ningún lado menor a 2.50 metros.

### 3.3 CARGA VIVA PARA ACERAS, PISTAS, BARANDAS, PARAPETOS Y COLUMNAS EN ZONAS DE ESTACIONAMIENTO

#### 3.3.1 Aceras y Pistas

3.3.1.1 Todas las aceras y pistas o porciones de las mismas que no apoyen sobre el suelo se diseñarán para una carga viva mínima repartida de 500 Kg/m<sup>2</sup>.

Cuando estén sujetas a la carga de rueda de camiones, intencional o accidental, se diseñarán tales tramos de aceras o pistas para la carga vehicular máxima que se pueda imponer. Ver 3.5.3.

3.3.1.2 Los accesorios de aceras y pistas, incluidos los registros de inspección, las tapas de registro y las rejillas, serán diseñados para las cargas prescritas en el inciso anterior.

#### 3.3.2 Barandas y Parapetos

3.3.2.1 Las barandas y parapetos se diseñarán para las fuerzas indicadas en las Normas de Diseño Sismo Resistente, las cargas de viento cuando sean aplicables y las que se indican a continuación.

3.3.2.2 Las barandas y parapetos alrededor de los pozos para escaleras, balcones y techos en general, con exclusión de las ubicadas en teatros, lugares de asamblea y viviendas unifamiliares, serán diseñados para resistir la aplicación simultánea de una fuerza horizontal y una vertical de 60 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

Las barandas y parapetos de los balcones de teatros y lugares de asamblea serán diseñados para una fuerza horizontal de 75 Kg/m. y una vertical de 150 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

Las barandas y parapetos en viviendas unifamiliares, se diseñarán para una fuerza horizontal y una vertical de 30 Kg/m., ambas aplicadas en su parte superior.

La fuerza horizontal total y la fuerza vertical total en todos los casos serán de por lo menos 100 Kg. cada una.

3.3.2.3 Cuando las barandas y parapetos soporten equipos o instalaciones se tomarán en cuenta las cargas adicionales que éstos impongan.

3.3.2.4 Las barandas, parapetos o topes que se usan en zonas de estacionamiento para resistir el impacto de los vehículos en movimiento, serán diseñados para soportar una carga horizontal de 500 Kg/m., aplicada por lo menos 60 cm. encima de la pista; pero en ningún caso será la carga inferior a 1,500 Kg/vehículo.

#### 3.3.3 Columnas en Zonas de Estacionamiento

A no ser que se les proteja de manera especial, las columnas en las zonas de estacionamiento o que estén expuestas a impacto de vehículos en movimiento, serán diseñadas para resistir la carga lateral debida al impacto de vehículos.

Para los vehículos de pasajeros, esta carga lateral será como mínima 1,500 Kg aplicada por lo menos 60 cm, encima de la pista.

### 3.4. CARGA VIVA DEL TECHO

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas debidas al sismo y viento, las cargas vivas y otras prescritas en los acápite 3.4.1 a 3.4.3 a continuación.

3.4.1 Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

3.4.1.1 Para los techos con una inclinación hasta de 3° con relación a la horizontal, 100 Kg/m<sup>2</sup>.

3.4.1.2 Para techos con inclinación mayor de 3°, 100 Kg/m<sup>2</sup>, reducida en 5 Kg/m<sup>2</sup> por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 50 Kg/m<sup>2</sup>.

3.4.1.3 Para techos curvos, 50 Kg/m<sup>2</sup>.

3.4.1.4 Para techos con coberturas livianas de asbesto-cemento, calamina, fibrocemento o tela y para toldos y doseles, cualquiera sea su pendiente, 30 Kg./m<sup>2</sup>, excepto cuando puede haber acumulación de nieve en cuyo caso la carga será establecida por el proyectista, justificandola ante las autoridades competentes.

#### 3.4.2 Cargas Concentradas

Se aplicarán las disposiciones de la sección 3.2.2.

#### 3.4.3 Cargas Especiales

3.4.3.1 Cuando se trata de malecones o terrazas, se aplicara la carga viva correspondiente al uso particular, según se indica en la Tabla 3.2.1.

3.4.3.2 Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 100 Kg/m<sup>2</sup>.

El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada.

Las zonas adyacentes de las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanente que impidan su uso.

3.4.3.3 Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo el diseño tomara en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasionen.

### 3.5. CARGAS VIVAS MOVILES

Se considerará que las cargas establecidas en las secciones 3.2.1 y 3.4.1 incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto.

#### 3.5.2 Automóviles

Las zonas que se usen para el tránsito o estacionamiento de automóviles y que estén restringidas a este uso por limitaciones físicas se diseñarán para la carga repartida pertinente a las zonas de estacionamiento de tales vehículos, como se determina en la Tabla 3.2.1, aplicada sin impacto.

#### 3.5.3. Camiones

Las cargas mínimas y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes carreteros.

#### 3.5.4 Ferrocarriles

Las cargas mínimas y su distribución cumplirán con los requisitos aplicables a puentes ferrocarrileros.

##### 3.5.5.1 Puentes grúa

##### 3.5.5.1 Cargas Verticales

La carga vertical será la máxima real sobre rueda cuando la grúa esté izando a capacidad plena. Para tomar en cuenta el impacto, la carga izada se aumentará en 25 por ciento o la carga sobre rueda se aumentará en 15 por ciento a que produzca mayores condiciones de esfuerzo.

##### 3.5.5.2 Cargas Horizontales

La carga transversal, debida a la traslación del carro del puente grúa, será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del carro, aplicada la mitad de dicha carga en la parte superior de cada riel actuando en ambos sentidos perpendicularmente a la vía de rodadura.

La carga longitudinal, debida a la traslación de la grúa será el 10 por ciento de la reacción máxima sin incluir el impacto, aplicada en la parte superior del riel y actuando en ambos sentidos paralelamente a la vía de rodadura.

#### 3.5.6. Tecles Monorieles

##### 3.5.6.1. Cargas Verticales

La carga vertical será la suma de la capacidad de carga y el peso del tecla. Para tomar en cuenta el impacto la carga vertical se aumentará en 10 por ciento para tecles manuales y en 25 por ciento para tecles eléctricos.

#### 3.5.6.2. Cargas Horizontales

La carga transversal será el 20 por ciento de la suma de la capacidad de carga y el peso del tecla.

#### 3.5.7. Ascensores, montacargas y escaleras mecánicas

Se aplicarán las cargas reales determinadas mediante análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos del fabricante.

#### 3.5.8. Impacto de Motores

Para tomar en cuenta el impacto, las reacciones de las unidades a motor de explosión se aumentarán por lo menos en 50 por ciento y las de unidades a motor eléctrico se aumentarán por lo menos en 25 por ciento.

#### 3.5.9. Asientos en lugares de Asamblea

Los asientos y las zonas donde están instalados, en tribunas, estadios y otros lugares de asamblea, serán diseñados para resistir la aplicación simultánea de una carga de oscilación horizontal de 40 Kg. por metro lineal de asiento en una dirección paralela a la hilera de asientos, combinada con 15 Kg. por metros lineal de asiento en una dirección perpendicular a la hilera de asientos, aplicadas ambas a la mitad de la altura del respaldar.

## 4. REDUCCION DE CARGA VIVA

### 4.1 CARGAS VIVAS DE TECHO

No se permitirá reducción alguna, excepto en los elementos portantes principales para los que aplicarán las condiciones indicadas en 4.2 y 4.3.4.

### 4.2. CARGAS VIVAS DE PISO

La carga viva mínima uniforme que se utilizará para el diseño será el valor indicado en la Tabla 3.2.1 con las reducciones y limitaciones que aparecen a continuación.

4.2.1 Con excepción de lo dispuesto en 4.2.2., 4.2.3 y 4.2.4 se aplicarán los porcentajes de la Tabla 4.2.1 al valor de la carga viva mínima para obtener la carga viva de diseño. La zona contribuyente se calculará de conformidad con la sección 4.3.

Tabla 4.2.1 Zona Contribuyente Muerte *	Porcentaje de Carga Viva		
	Relación Carga Viva a Carga		
	0.625 ó menos	1	2 ó más
14.9 ó menos	100	100	100
15 - 29.9	80	85	85
30 - 44.9	60	70	75
45 - 59.9	50	60	70
60 ó máx.	40	55	65

\* Para los valores de carga viva/carga muerta diferentes a los indicados en la tabla se puede interpolar los porcentajes de carga viva.

4.2.2 No se permitirá ninguna reducción de carga viva para los diferentes elementos, miembros y conexiones (excepto columnas y muros) que soportan pisos usados como almacenamiento, biblioteca, archivo, estacionamiento de vehículos, lugar de asamblea, industrias o tienda. Para las columnas y muros que soportan tales pisos, el porcentaje mínimo de carga viva será de 80 por ciento.

4.2.3 No se permitirá reducción alguna de carga viva para el cálculo del esfuerzo de corte en el perímetro de columnas en estructuras de losas sin vigas.

4.2.4 Para columnas y muros: No habrá reducción en la carga viva del techo. Las reducciones de carga viva de pisos serán de 15 por ciento en el piso más alto de la edificación y de 5 por ciento adicional por cada piso sucesivo, con una reducción máxima de 50 por ciento. Las limitaciones de 4.2.2 y 4.2.3 deben aplicarse.

### 4.3. ZONA CONTRIBUYENTE DE PISO

4.3.1 Para establecer el porcentaje de carga viva, se determinará de la siguiente manera la zona contribuyente de piso:

4.3.2 Para el diseño de losas, sólidas a nervadas, de una ó dos direcciones el producto del lado más corto y de un ancho igual a la mitad del lado más corto.

4.3.3 Para el diseño de losas sin vigas, la mitad del área del paño.

4.3.4 Para el diseño de vigas a tijerales que apoyan en columnas, el área cargada que esta directamente soportada por la viga o tijeral.

4.3.5 Para el diseño de pisos con viguetas y elementos múltiples similares que descansan en vigas o tijerales, o para el diseño de estructuras menores alrededor de aberturas, dos veces el área cargada, soportada, pero no más que el área del paño total.

### 4.4. CIMIENTOS Y SOPORTES DE COLUMNAS

La carga viva que soportarán los cimientos o vigas o tijerales que soportan columnas representará la reacción total de la columna reducida de acuerdo a la sección 4.2.

## 5. CARGAS DEBIDAS AL VIENTO

### 5.1. GENERALIDADES

La estructura, los elementos de cierre y las componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento serán diseñados para resistir las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores debidas al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores será considerada simultáneamente.

## 5.2 CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo con la naturaleza de los efectos que el viento puede ocasionar, en las edificaciones, éstas se clasificarán en tres tipos:

*Tipo 1.* Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Ver 5.3 y 5.4.

*Tipo 2.* Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en el sentido del viento. Para este tipo de edificaciones la carga exterior especificada en 5.4 se multiplicará por 1.4.

*Tipo 3.* Edificaciones que presentan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1 en 5.3 y 5.4.

### 5.3 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño hasta 10 m. de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación pero no menos de 75 Kgm/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión:

$$V_h = V \frac{h}{10}^{0.22}$$

donde:  $V_h$  es la velocidad de diseño en la altura  $h$  en Km/h,  $V$  es la velocidad de diseño hasta 10 m. de altura en Km/h y  $h$  es la altura sobre el terreno en metros.

### 5.4 CARGA EXTERIOR DE VIENTO

La carga exterior (presión a succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculará de la expresión:

$$P_h = 0.005 C V_h^2$$

donde:  $P_h$  es la presión o succión del viento a una altura  $h$  en Kg/m<sup>2</sup>;  $C$  es un factor de forma adimensional indicado en la Tabla 5.4, y  $V_h$  es la velocidad de diseño a la altura  $h$ , en Km/h, definida en 5.3.

**Tabla 5.4 Factores de forma (C)\***

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+ 0.8	- 0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+ 1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica.	+ 0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	+ 2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°.	+ 0.8	- 0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos.	+ 0.3 - 0.7	- 0.6
Superficies inclinadas entre 15° y la y 60°	+ 0.7 - 0.3	- 0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical.	+ 0.8	- 0.6
* El signo positivo indica presión y el negativo succión.		

**5.5 CARGA INTERIOR DE VIENTO**

Para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones y anclajes, que limitan en cualquier dirección el nivel que se analiza, tales como: paneles de vidrio, coberturas, alféizares y paneles, se adicionará a las cargas exteriores calculadas según 5.4, las cargas interiores (presiones o succiones) calculadas con los factores de forma para presión interior de la Tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)**

A B E R T U R A S		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado de barlovento	Principales en lado de sotavento o en los costados
+ 0.3	+ 0.8	- 0.6

**6. OTRAS CARGAS**

**6.1 PRESIONES DE TIERRA**

6.1.1 Todo muro de contención será diseñado para resistir, en adición a las cargas verticales que actúan sobre él, la presión

lateral del suelo y sobrecargas, más la presión hidrostática correspondiente al máximo nivel probable del agua freática.

6.1.2 Se considerarán las subpresiones causadas por la presión hidrostática

6.1.3 Para el cálculo de la magnitud y ubicación de las presiones laterales del suelo se podrá emplear cualquiera de los métodos aceptados en la Mecánica de Suelos.

**6.2 CARGAS DE CONSTRUCCION**

Se considerarán las cargas reales previstas en el proceso constructivo que excedan las cargas vivas de uso, indicándose tal capacidad en los documentos de proyecto.

**6.3 FUERZAS TERMICAS**

El diseño de edificaciones tomará en cuenta las fuerzas y los movimientos que resulten de un cambio de temperatura de 20° C para construcciones de concreto y/o albañilería y 30° C para construcciones de metal.

**6.4 CONTRACCION**

El diseño de estructuras de concreto armado cualquiera de cuyas dimensiones en planta entre juntas de expansión o contracción excedan 45 metros, tomará en consideración las fuerzas y movimientos resultantes de la contracción del concreto en una cantidad 0.0002 veces la distancia entre juntas. El diseño de arcos y de estructuras similares tendrá en cuenta además las deformaciones instantáneas y diferidas.

**7. DISTRIBUCION Y COMBINACION DE CARGAS**

**7.1 DISTRIBUCION DE CARGAS VERTICALES**

La distribución de cargas verticales a los elementos de soporte se establecerá sobre la base de un método reconocido de análisis elástico o de acuerdo a sus áreas tributarias.

Se tendrá en cuenta el desplazamiento instantáneo y diferido de los soportes cuando ellos sean significativos.

**7.2 DISTRIBUCION DE CARGAS HORIZONTALES**

Las siguientes disposiciones se aplicarán solamente a las estructuras principales y no a aquellas en las cuales las cargas horizontales se transmitan a los cimientos por medio de cables, arcos, tijerales o muros de corte, no orientados en planos verticales.

**7.2.1 Distribución de Cargas Horizontales en Pórticos y Muros de Corte.**

Se supondrá que las cargas horizontales sobre la estructura son distribuidas a los pórticos y muros de corte por los sistemas de pisos y techos que actúan como diafragmas horizontales. La proporción de la carga horizontal total que resistirá cualquier pórtico y/o muro de corte se determinará sobre la base de su rigidez relativa, considerando la excentricidad de la carga aplicada con respecto al centro de rigidez de los pórticos y/o muros de corte. Cuando la existencia de aberturas o la excesiva relación largo/ancho en las losas de piso o techo no permitan su comportamiento como diafragma rígido, la rigidez de cada columna estructural tomará en cuenta las deflexiones adicionales de piso mediante algún método reconocido de análisis.

### 7.2.2 Distribución de cargas horizontales en estructuras de varios niveles

La distribución de cargas horizontales dentro de estructuras de varios niveles se determinará sobre la base de algún método reconocido para análisis elástico. En el caso de fuerzas horizontales de sismo se aplicará lo indicado en los numerales pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

### 7.2.3 Muros Portantes y Tabiques

Se puede considerar que los muros y tabiques, si se diseñan específicamente para resistir las fuerzas aplicadas, contribuirán a la resistencia y/o rigidez de la estructura en relación a las cargas horizontales.

### 7.3 COMBINACION DE CARGAS

Excepto en los casos indicados en las normas propias de los diversos materiales estructurales, todas las cargas consideradas en la presente norma se considerará que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural, considerado, con las reducciones, cuando sea adecuado, indicadas en 4.0.

- (1) D
- (2) D + L
- (3) D + (W o E)
- (4) D + T
- (5)  $K[D + L + (W o E)]$
- (6)  $K[D + L + T]$
- (7)  $K[D + (W o E) + 7]$
- (8)  $K[D + L + (W o E) + T]$

donde:

- D = carga muerta, según 2.0  
L = carga viva, según 3.0  
W = carga de viento, según 5.0  
E = carga de sismo, ver Normas de Diseño Sismo-Resistente  
T = acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones de todos ellos.  
K = factor que tendrá un valor mínimo de 0.75 para las combinaciones (5), (6) y (7); y de 0.66 para la combinación (8). En estos casos no se permitirá un aumento de los esfuerzos admisibles.

## 8. ESTABILIDAD

### 8.1 GENERALIDADES

8.1.1 La estabilidad requerida será suministrada sólo por las cargas muertas más la acción de los anclajes permanentes que se provean.

8.1.2 El peso de la tierra sobre las zapatas o cimentaciones, calculado con la densidad mínima de la tierra, puede ser considerado como parte de las cargas muertas.

### 8.2 VOLTEO

La edificación o cualquiera de sus partes, será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.5 contra falla por volteo.

### 8.3 DESLIZAMIENTO

8.3.1 La edificación o cualquiera de sus partes será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25 contra falla por deslizamiento.

8.3.2 Los coeficientes de fricción que se asuman serán establecidos por el proyectista a partir de valores usuales empleados en ingeniería.

## 9. RIGIDEZ

### 9.1 METODO DE CALCULO

El calculo de las deformaciones de la estructura o de sus componentes será efectuado por métodos aceptados en ingeniería.

### 9.2 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

El máximo desplazamiento relativo entre pisos, causados por las fuerzas de viento, será de 0.015 de la altura del piso; excepto cuando existan elementos susceptibles de dañarse por esta deformación, en cuyo caso será reducido a 0.010 de la altura del piso. En el caso de fuerzas de sismo el máximo desplazamiento será el indicado en los numerales pertinentes de las Normas de Diseño Sismo-Resistente.

### 9.3 FLECHAS

9.3.1 La flecha de cualquier elemento estructural no excederá los valores indicados en la Tabla 9.3.1, usados en base a los factores indicados en 9.3.2, excepto cuando soporte paneles de vidrio en cuyo caso se aplicará lo indicado en 9.3.3.

**Tabla 9.3.1 Flechas Máximas para Elementos Estructurales**

Tipo de elemento	Para carga viva únicamente	Para carga viva más carga muerta (CV + K.CM)
Techos enyesados o pisos	L/360	L/240
Techos	L/180	---

**K** = Factor de la carga muerta. Ver Tabla 9.3.2  
**L** = Luz del elemento  
**CV** = Carga Viva  
**CM** = Carga Muerta

9.3.2 Para considerar las deformaciones diferidas, se tomará en cuenta el efecto de la carga muerta multiplicándola por el factor indicado en la Tabla 9.3.2

Material	Factor K
Coníferos Madera Seca Madera Húmeda	0.5 1.0
Otras maderas	De acuerdo a su tipo
Concreto A's = 0 A's = 0.5 As A's = 0.8 As	2.0 1.2 1.0
Acero	0

**A's** = Area de acero en compresión en elementos a flexión  
**As** = Area de acero en tracción en elemento a flexión

9.3.3 La flecha para carga viva más carga muerta (CV + KCM) de elementos estructurales que soportan paneles de vidrio no excederá en ningún caso 2 cm.

**9.4 ACUMULACION DE AGUA**

Todos los techos tendrán suficiente pendiente o contraflecha para asegurar el drenaje adecuado del agua, después de que ocurran las deformaciones diferidas. Alternativamente serán diseñados para soportar las máximas cargas de diseño incluyendo la posible acumulación de agua debido a la deflexión.

**ANEXO 1 PESOS UNITARIOS**

**MATERIALES**

**Peso (Kg/m³)**

**1. Aislamientos de:**

Fibra de vidrio	300
Corcho	200
Poliuretano y poliestireno	200
Fibroemento	600

**2 Albañilería de:**

Adobe	1600
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350

**3. Concreto Simple de:**

Grava	2300
Cascoto de ladrillo	1800
Pómez	1600

**4. Concreto armado**

Añadir 100 Kg/m³ al peso del concreto simple

**5. Enlucido o Revoque de:**

Mortero de cemento	2000
Mortero de cal y cemento	1850
Mortero de cal	1700
Yeso	1000

**6. Líquidos:**

Agua	1000
Agua de mar	1030
Alcohol	800
Aceites	930
Acido muriático	1200
Acido nítrico	1500
Acido sulfúrico	1800
Soda cáustica	1700
Petróleo	870
Gasolina	670

**7. Maderas:**

Coníferas secas	550
Coníferas húmedas	750
Duras secas	700
Duras húmedas	1000

**8. Mampostería de:**

Caliza	2400
Granito	2600
Mármol	2700
Pómez	1200
Bloques de vidrio	1000

**9. Materiales almacenados:**

Cemento	1540
Coke	1200
Carbón de piedra	1550
Briquetas de carbón de piedra	1750
Lignito	1250
Turba	600
Hielo	920
Basuras domésticas	660
Trigo, frijoles, pallares, arroz	750
Papas	700
Frutas	650
Harinas	700
Azúcar	750
Sal	1000
Pastos secos	400
Papel	1000
Leña	600

**10. Materiales amontonados:**

Tierra	1600
Gravas y arena secas	1600
Coke	520
Escorias de carbón	1000
Escorias de altos hornos	1500
Piedra pómez	700

**11. Metales**

Acero	7850
Hierro dulce	7800
Fundición	7250
Aluminio	2750
Plomo	11400
Cobre	8900
Bronce	8500
Zinc	6900
Estaño	7400
Latón	8500
Mercurio	13600
Níquel	9000

**12. Otros:**

Acrílicos	1200
Vidrios	2500
Concreto asfáltico	2400
Locetas	2400
Teja artesanal	1600
Teja industrial	1800
Cartón bituminado	600
Ladrillo pastelero	1600
Asbesto-cemento	2500