



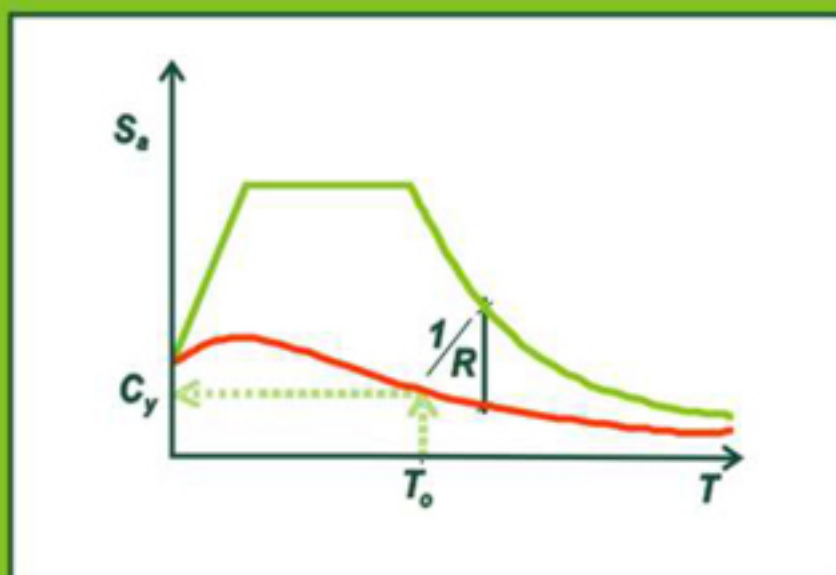
**INTI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial



**CIRSOC**

Centro de Investigación de los  
Reglamentos Nacionales de  
Seguridad para las Obras Civiles



***REGLAMENTO ARGENTINO  
PARA CONSTRUCCIONES  
SISMORRESISTENTES***

***Parte I***

***CONSTRUCCIONES EN GENERAL***

**Noviembre 2008**

**Proyecto en  
Discusión Pública**

***PROYECTO DE  
REGLAMENTO ARGENTINO  
PARA CONSTRUCCIONES  
SISMORRESISTENTES***

***PARTE I  
CONSTRUCCIONES  
EN GENERAL***

***EDICIÓN NOVIEMBRE 2008***

# **INPRES**

**Roger Balet N° 47 Norte  
(5400) San Juan  
Tel. (54 264) 4239016 – 4239010 – PBX  
FAX: (54 264) 4234463  
e-mail: giuliano@inpres.gov.ar**

**Internet: [www.inpres.gov.ar](http://www.inpres.gov.ar)**

**DIRECTOR NACIONAL:  
ING. ALEJANDRO P. GIULIANO**

**SUBDIRECTOR NACIONAL:  
ING. MARIO BUFALIZA**

# **INTI** **CIRSOC**

**Balcarce 186 - 1° piso Of. 138  
(C1064AAD) Buenos Aires  
Tel.: (54 11) 4349-8520 - 8524  
Fax: (54 11) 4349-8520 - 8524  
e-mail: [cirsoc@mecon.gov.ar](mailto:cirsoc@mecon.gov.ar)  
[cirsoc@inti.gob.ar](mailto:cirsoc@inti.gob.ar)  
[www.inti.gob.ar/cirsoc](http://www.inti.gob.ar/cirsoc)**

**DIRECTOR TÉCNICO:  
ING. MARTA S. PARMIGIANI**

© 2008

**Editado por INTI  
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL  
Av. Leandro N. Alem 1067 – 7° piso - Buenos Aires. Tel. 4515-5000/5001**

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados.  
Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso en  
la Argentina. Printed in Argentina.**



## **ORGANISMOS PROMOTORES**

Secretaría de Obras Públicas de la Nación  
Subsecretaría de Vivienda de la Nación  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Instituto Nacional de Prevención Sísmica  
Ministerio de Hacienda, Finanzas y Obras Públicas de la Provincia del Neuquén  
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Dirección Nacional de Vialidad  
Vialidad de la Provincia de Buenos Aires  
Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas  
Cámara Argentina de la Construcción  
Consejo Profesional de Ingeniería Civil  
Cámara Industrial de Cerámica Roja  
Asociación de Fabricantes de Cemento Pórtland  
Instituto Argentino de Normalización  
Techint  
Acindar

## **MIEMBROS ADHERENTES**

Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón  
Asociación Argentina de Hormigón Estructural  
Asociación Argentina de Hormigón Elaborado  
Asociación Argentina del Bloque de Hormigón  
Asociación de Ingenieros Estructurales  
Centro Argentino de Ingenieros  
Instituto Argentino de Siderurgia  
Telefónica de Argentina  
Transportadora Gas del Sur  
Quasdam Ingeniería  
Sociedad Central de Arquitectos  
Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica  
Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires  
Cámara Argentina del Aluminio y Metales Afines  
Cámara Argentina de Empresas de Fundaciones de Ingeniería Civil

**Esta Parte I, “Construcciones en General”, del Proyecto de Reglamento INPRES-CIRSOC 103, surge de un esfuerzo conjunto entre las siguientes instituciones y sus respectivos representantes:**

**Instituto Nacional de Prevención Sísmica**

Ing. Alejandro Giuliano

**Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ingeniería**

Dr. Ing. Francisco Javier Crisafulli

Ing. José Giunta

Ms. Sc. Ing. Carlos Ricardo Llopiz

Ing. Agustín Benito Reboredo

**Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza**

Ing. Eduardo Balasch

Ing. Carlos Daniel Frau

Ing. Daniel García Gei

Dr. Ing. Noemí Graciela Maldonado

Ing. Luis Matons

Ing. Eduardo Daniel Quiroga

**Consejo Profesional de Ingenieros y Geólogos de Mendoza**

Ing. Raúl Héctor Delle Donne

Ing. Roberto R. Nesossi

**Centro de Ingenieros de Mendoza**

Ing. Juan Camps

Ing. Norberto González

Ing. Elías Japaz

Ing. Raúl Giménez Mathus

**La comisión redactora estuvo compuesta por los siguientes profesionales:**

Ing. Eduardo Balasch

Ing. Juan Camps

Dr. Ing. Francisco Javier Crisafulli

Ing. Carlos Daniel Frau

Ing. Daniel García Gei

Ing. Alejandro Giuliano

Ing. José Giunta

Ms. Sc. Ing. Carlos Ricardo Llopiz

Dr. Ing. Noemí Graciela Maldonado

Ing. Eduardo Daniel Quiroga

Ing. Agustín Benito Reboredo

**Agradecimiento especial:**

Se agradece la valiosa colaboración del Sr. Hugo F. Pontoriero y del Sr. Oscar S. Escudero pertenecientes al INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA, por la edición del presente documento.

**Metodología para el envío de observaciones, comentarios y sugerencias al**

**Proyecto de Reglamento INPRES-CIRSOC 103**

**Reglamento Argentino Para Construcciones Sismorresistentes**

**Parte I**

**"Construcciones en General"**

**en Discusión Pública Nacional  
(1° de Marzo de 2009 - 31 de Marzo de 2010)**

---

*Las observaciones, comentarios y sugerencias se deberán enviar a la Sede del INTI-CIRSOC, Balcarce 186 1° piso of. 138 (C1064AAD) Buenos Aires, hasta el 31 de Marzo de 2010, siguiendo la metodología que a continuación se describe:*

- 1. Se deberá identificar claramente el proyecto de reglamento que se analiza, como así también el artículo y párrafo que se observa.*
- 2. Las observaciones se deberán acompañar de su fundamentación y de una redacción alternativa con el fin de que la Comisión Redactora del proyecto observado comprenda claramente el espíritu de la observación.*
- 3. Las observaciones, comentarios y sugerencias deberán presentarse por escrito, firmadas y con aclaración de firma, y deberán enviarse por correo o entregarse en mano. Se solicita detallar Dirección, Tel, Fax, e-mail con el fin de facilitar la comunicación.*
- 4. No se aceptarán observaciones enviadas por fax o e-mail, dado que estos medios no permiten certificar la autenticidad de la firma del autor de la observación.*

*Confiamos en que este proyecto le interese y participe activamente.*

**Gracias.**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1. OBJETIVOS, CAMPO DE VALIDEZ Y ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

1.1. OBJETIVO	1
1.2. CAMPO DE VALIDEZ	1
1.3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	1
1.3.1. Comisión Nacional Permanente del Reglamento INPRES-CIRSOC 103	1
1.3.2. Definición de las funciones y responsabilidades profesionales	1
1.3.3. Responsables de la aplicación del Reglamento	2
1.3.3.1. Responsabilidad de los profesionales	2
1.3.3.2. Responsabilidad del Propietario o Usuario de la obra	2
1.3.3.3. Control de la aplicación del Reglamento	2
1.3.4. Documentación técnica de la obra	3
1.3.4.1. Contenido de la documentación técnica	3
1.3.4.2. Instancias de la documentación técnica	4
1.3.4.3. Forma de la documentación técnica	4
1.4. INSTRUMENTAL Y MEDICIONES	4
1.4.1. Exigencia de instrumental	4
1.4.1.1. Instrumental a instalar	5
1.4.1.2. Tipo y ubicación	5
1.4.1.3. Archivo de la información y mantenimiento del instrumental	5
1.4.1.4. Responsabilidad del propietario de la obra	5
1.4.2. Mediciones	5
1.5. GLOSARIO	6

## CAPÍTULO 2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA, CLASIFICACIÓN DEL SITIO, REGULARIDAD ESTRUCTURAL Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

2.0. SIMBOLOGÍA	13
2.1. INTRODUCCIÓN	13
2.2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA	14
2.3. CLASIFICACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN	14
2.3.1 Influencia del suelo	14
2.3.2. Suelos que requieren evaluación específica del sitio SF	14
2.3.3. Clasificación de sitios con suelos estratificados	15
2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES SEGÚN SU DESTINO Y FUNCIONES	17
2.4.1. Grupo Ao $\gamma_r = 1,5$	17
2.4.2. Grupo A $\gamma_r = 1,3$	17



2.4.3. Grupo B	$\gamma_r = 1,0$	18
2.4.4. Grupo C	$\gamma_r = 0,8$	18
2.5. APLICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS SISMORRESISTENTES		18
2.5.1. Construcciones en Zonas 1; 2; 3 y 4		18
2.5.2. Construcciones en Zona 0		18
2.6. REGULARIDAD ESTRUCTURAL		19
2.6.1. Regularidad en planta		19
2.6.2. Regularidad en altura		19
2.6.3. Exigencias adicionales a las construcciones irregulares		20
2.7. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA		21
2.7.1.- Verificación simplificada		21
2.7.2. Método estático		21
2.7.3. Métodos dinámicos		21
2.8. ZONIFICACIÓN SÍSMICA POR PROVINCIAS Y DEPARTAMENTOS		21
<b>CAPÍTULO 3. ESPECTROS DE DISEÑO Y COMBINACIÓN DE ACCIONES</b>		
3.0. SIMBOLOGÍA		31
3.1. INTRODUCCIÓN		32
3.2. COMPONENTES HORIZONTALES DE LA ACCIÓN SÍSMICA		32
3.3. COMPONENTE VERTICAL DE LA ACCIÓN SÍSMICA		32
3.4. NIVEL DE REFERENCIA		33
3.4.1. Nivel de referencia en edificios comunes		33
3.4.2. Nivel de referencia en construcciones con subsuelos		33
3.5. ESPECTROS DE DISEÑO		33
3.5.1. Espectros de diseño para acciones horizontales para Estado Límite Último (ELU)		33
3.5.1.1. Influencia de la zona sísmica y del sitio.		33
3.5.1.2. Influencia del amortiguamiento		34
3.5.2. Acciones Sísmicas Verticales para Estado Límite Último (ELU)		35
3.5.3. Espectro de diseño de acciones sísmicas horizontales para Estado Límite de Servicio (ELS)		33
3.6. ACCIONES GRAVITATORIAS A CONSIDERAR PARA EVALUAR LA ACCIÓN SÍSMICA		36
3.6.1. Edificios comunes		36
3.6.2. Discretización de masas en las construcciones en general		36
3.7. COMBINACIÓN DE ACCIONES		37
3.7.1.- Estados límites últimos		37
3.7.2. Estados límite de servicio		37
3.7.3. Movimientos diferenciales de apoyos		38
3.7.4. Verificación de otros estados de cargas		38

3.7.5. Simultaneidad de viento y sismo	38
--	----

## **CAPÍTULO 4. VERIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SEGURIDAD SÍSMICA**

4.0. SIMBOLOGÍA	39
4.1. LÍMITES DE APLICACIÓN	39
4.1.1. Condiciones geométricas	39
4.1.2. Tipo de construcción y estructuras	40
4.2. VERIFICACIÓN SIMPLIFICADA	40
4.2.1. Coeficiente sísmico de diseño	40
4.2.2. Resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base de la construcción.	41
4.2.3. Verificación de la seguridad estructural	41
4.3. DEFORMACIONES	41

## **CAPÍTULO 5: REDUCCIÓN DE ACCIONES POR COMPORTAMIENTO ÚLTIMO**

5.0. SIMBOLOGÍA	43
5.1. FACTOR DE REDUCCIÓN	44
5.1.1. Determinación del factor de reducción	44
5.1.2. Construcciones cuyo destino requiere comportamiento elástico	44
5.2. FACTOR DE REDUCCIÓN POR TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL	46
5.2.1. Factor de reducción R para estructuras compuestas por elementos distintos	46

## **CAPÍTULO 6. MÉTODO ESTÁTICO**

6.0. SIMBOLOGÍA	47
6.1. ACCIONES SÍSMICAS	48
6.2. ACCIONES HORIZONTALES	49
6.2.1. Resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base:	49
6.2.2. Período fundamental de vibración de la estructura	49
6.2.2.1. Determinación del período fundamental aproximado	50
6.2.2.2. Determinación alternativa del periodo fundamental aproximado $T_a$	50
6.2.3. Coeficiente sísmico de diseño	51
6.2.4. Distribución de las fuerzas sísmicas horizontales	51
6.2.4.1.- Distribución en altura de las fuerzas sísmicas horizontales.	51
6.2.4.2. Distribución horizontal de las fuerzas sísmicas	51
6.2.4.3. Torsión Accidental	51
6.3. ACCIONES VERTICALES	52
6.4. INFLUENCIA DE ROTACIONES DE EJE HORIZONTAL DE LAS MASAS	53
6.4.1. Casos de consideración obligatoria	53

6.4.2. Evaluación estática de la influencia rotacional	53
6.5. DEFORMACIONES	53
6.6. PARTE DE LA CONSTRUCCIÓN	53

## **CAPÍTULO 7. MÉTODOS DINÁMICOS**

7.0. SIMBOLOGÍA	55
7.1. PROCEDIMIENTO MODAL ESPECTRAL	55
7.1.1. Aplicación de la excitación sísmica	55
7.1.2. Determinación de los modos naturales de vibración	56
7.1.3. Modelo vibratorio de análisis	56
7.1.4. Determinación de la respuesta	56
7.1.5. Modos a considerar	56
7.1.6. Superposición modal	57
7.1.7. Esfuerzo de corte mínimo	57
7.1.8. Consideración de los efectos torsionales	57
7.2. PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA LINEAL EN EL TIEMPO	57
7.2.1. Modelo de análisis	57
7.2.2. Aplicación de la excitación sísmica	57
7.2.3. Acelerogramas a utilizar	57
7.2.4. Número de acelerogramas a aplicar	58
7.2.5. Solicitaciones y deformaciones resultantes	58
7.2.6. Consideración de los efectos torsionales	58
7.3. PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA NO LINEAL EN EL TIEMPO	58
7.3.1. Aplicación sísmica y acelerogramas	58
7.3.2. Revisión del diseño.	58

## **CAPÍTULO 8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

8.0. SIMBOLOGÍA	59
8.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL	60
8.1.1. Análisis elástico lineal	60
8.1.2. Otros métodos	60
8.2. MODELACIÓN ESTRUCTURAL	60
8.2.1. Deformabilidad de los diafragmas	60
8.2.2. Deformabilidad del suelo	60
8.3. PARTICULARIDADES ESTRUCTURALES	61
8.3.1. Influencia de las irregularidades estructurales	61
8.3.1.1. Irregularidades extremas en planta o en altura	61
8.3.1.2. Discontinuidad de componentes sismorresistentes verticales	61
8.3.1.3. Discontinuidad en su plano de elementos sismorresistentes	61

8.3.1.4. Piso débil	62
8.3.2. Sistemas o componentes estructurales no considerados parte de la estructura sismorresistente.	62
8.3.3. Componentes o sistemas considerados no estructurales.	63
8.3.4. Influencia de rellenos en pórticos	63
8.3.5. Entrepisos sin vigas	63
8.4. DEFORMACIONES	64
8.4.1. Control de la regularidad estructural	64
8.4.2. Control de la distorsión horizontal de piso en las construcciones edilicias	64
8.4.2.1. Determinación de la distorsión horizontal de piso	64
8.4.2.2. Comprobación de las condiciones de regularidad en altura	64
8.4.2.3. Limitaciones a la distorsión horizontal de piso	64
8.4.3. Efecto P- Delta (Efecto de 2° orden)	65
8.4.3.1. Consideración del efecto P-Delta	65
8.4.3.2. Consideración simplificada de los efectos P-Delta	65
8.4.4. Efectos de martilleo, separaciones y juntas sísmicas	65
8.4.4.1. Separación entre construcciones nuevas y existentes	66
8.4.4.2. Separación de una construcción en bloques	66
8.4.4.3. Dimensionamiento de separaciones y juntas sísmicas	66

## **CAPÍTULO 9. PARTICULARIDADES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

9.0. SIMBOLOGÍA	67
9.1. DIAFRAGMAS (TECHOS, ENTREPISOS)	67
9.1.1. Condición de diafragma rígido	68
9.1.1.1. Condiciones geométricas	68
9.1.1.2. Condición mecánica	68
9.1.2. Solicitaciones en el diafragma debidas a la acción sísmica	68
9.1.3. Verificación de conexiones y colectores	69
9.2. FUNDACIONES	69
9.2.1. Fundaciones en suelos estables	69
9.2.1.1. Capacidad del suelo de fundación	69
9.2.1.2. Estructura de fundación	69
9.2.2. Fundaciones profundas	69
9.2.3. Fundaciones superficiales en suelos potencialmente licuables	70
9.2.4. Arriostramiento de fundaciones	70
9.2.4.1. Dimensionamiento de los arriostramientos	70
9.2.4.2. Losas de fundación o de arriostramiento	71
9.2.4.3. Arriostramientos de fundaciones en la zona 0	71
9.2.4.4. Prescendencia de los arriostramientos	71

9.2.5. Separaciones y juntas de construcción	72
--	----

## **CAPÍTULO 10. PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN**

10.0. SIMBOLOGÍA	73
10.1. LÍMITES DE APLICACIÓN	74
10.2. EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA SOBRE PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN	74
10.2.1. Direcciones de análisis	74
10.2.2. Factor de importancia y factor de modificación de respuesta	74
10.2.3. Factor de Magnificación Dinámica $f_d$	75
10.2.3.1 Componentes rígidos y con fijación rígida	75
10.2.3.2 Componentes flexibles o rígidos con fijación elástica	75
10.2.4. Factor de magnificación en altura	76
10.3. SOPORTES, VÍNCULOS Y FIJACIONES	76
10.4. DEFORMACIONES	77
10.5. ANÁLISIS POR MÉTODOS DINÁMICOS	77

## **CAPÍTULO 11. CONSTRUCCIONES EXISTENTES**

11.0. SIMBOLOGÍA	79
11.1. LÍMITES DE APLICACIÓN	79
11.2. DEFINICIONES	79
11.3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES	80
11.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES	80
11.4.1. Importancia de la obra actual	80
11.4.2. Calidad sismorresistente de la obra primitiva	80
11.4.3. Capacidad sismorresistente de la obra primitiva	81
11.5. EXCEPCIONES PERMITIDAS	82
11.5.1. En cuanto a capacidad sismorresistente	82
11.5.2. Exigencias constructivas	82
11.5.2.1. Construcciones de hormigón armado	82
11.5.2.2. Construcciones de mampostería	82
11.5.2.3. Construcciones metálicas	83
11.6. EXIGENCIAS Y COMPROBACIONES	83
11.6.1. Construcciones clasificadas C1	83
11.6.1.1. Seguridad S1	83
11.6.1.2. Seguridad S2	83
11.6.1.3. Seguridad S3	83
11.6.1.4. Seguridad S4	83
11.6.2. Construcciones clasificadas C2	83

11.6.2.1. Seguridad S1 o S2	84
11.6.2.2. Seguridad S3	84
11.6.2.3. Seguridad S4	84
11.6.3. Construcciones clasificadas C3	85
11.6.3.1. Seguridad S1	85
11.6.3.2. Seguridad S2 o S3	85
11.6.3.3. Seguridad S4	85
11.6.4. Construcciones clasificadas C4	85
11.6.4.1. Seguridad S1	86
11.6.4.2. Seguridad S2	86
11.6.4.3. Seguridad S3	86
11.6.4.4. Seguridad S4	86
11.7. PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN	87

## ANEXO I. ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Peligrosidad sísmica	14
Tabla 2.2. Clasificación del sitio – Influencia del suelo	15
Tabla 2.3. Condiciones de regularidad en planta	19
Tabla 2.4. Condiciones de regularidad en altura	20
Tabla 2.5. Condiciones para la aplicación del método estático según zona y destino	21
Tabla 3.1. Valores de $(a_s)$ , $C_a$ y $C_v$ para las distintas zonas sísmicas y tipos espectrales	33
Tabla 3.2. Valores de amortiguamiento según las características de las construcciones	35
Tabla 3.3. Factor $f_v$	35
Tabla 3.4. Factor de simultaneidad para sobrecargas de uso y accidentales	37
Tabla 4.1. Coeficiente sísmico normalizado $C_n$ en función de la zona sísmica	40
Tabla 5.1. Factor de reducción $R$	44
Tabla 6.1. Coeficiente para el límite superior del periodo calculado	49
Tabla 6.2. Valores de $C_r$ y $x$ para la determinación aproximada del periodo fundamental	50
Tabla 6.3. Excentricidad Accidental	52
Tabla 8.1. Valores límite de la distorsión horizontal de piso $\theta_{sk}$	65
Tabla 9.1. Factor $f_d$ para cálculo de desplazamientos relativos	71
Tabla 10.1. Factor de importancia y modificación de respuesta para componentes arquitectónicos	75

Tabla 10.2.	Factor de importancia y modificación de respuesta para componentes eléctricos y mecánicos	75
Tabla 10.3	Distorsión máxima permitida	77
Tabla 11.1.	Intensidad Mercalli modificada para calificar construcciones existentes	81

# CAPÍTULO 1. OBJETIVOS, CAMPO DE VALIDEZ Y ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

## 1.1. OBJETIVO

El presente Reglamento establece los requisitos básicos a cumplir en el diseño, cálculo, ejecución, reparación y refuerzo de las construcciones y de sus partes componentes con el objeto de considerar en ellas el efecto sísmico.

Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar fallas estructurales importantes y pérdidas de vida, no de limitar los daños o mantener las funciones de las construcciones luego de la ocurrencia de un terremoto destructivo.

## 1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Este Reglamento se aplica a todas las construcciones nuevas que se ejecuten dentro del territorio de la República Argentina. Además se aplica a la rehabilitación de las construcciones existentes y a la reparación de construcciones que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

El presente Reglamento servirá de lineamiento fundamental en los aspectos pertinentes para aquellas construcciones u obras de extraordinaria importancia que por su naturaleza requieran estudios especiales.

## 1.3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 1.3.1. Comisión Nacional Permanente del Reglamento INPRES-CIRSOC 103

Se crea a nivel nacional la Comisión Nacional Permanente del Reglamento INPRES-CIRSOC 103, la que estará integrada por 8 (ocho) miembros, y será coordinada por el INPRES, con el fin de responder a los requerimientos que surjan de su aplicación.

A nivel local, cada jurisdicción generará la estructura más adecuada a su organización con el fin de coordinar acciones y definir requerimientos a la mencionada Comisión.

### 1.3.2. Definición de las funciones y responsabilidades profesionales

A los fines de este Reglamento se definen las siguientes figuras legales:

***Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación:*** Organismo que en la jurisdicción nacional, provincial o municipal en que se encuentra la obra, ejerce el poder de fiscalizar la seguridad de la construcción.



**Comitente:** Persona física o jurídica que encomienda las tareas profesionales.

**Contratista Principal o Empresa Contratista:** Persona física o jurídica adjudicataria de los trabajos, que ha tomado a su cargo la ejecución de la obra y que asume la responsabilidad ante el Comitente, las autoridades públicas y ante terceros, por la ejecución de la obra en los términos que establece la Ley.

**Director de Obra:** Profesional que ejerce personalmente o como jefe de un equipo la Dirección de la Obra. Es la autoridad máxima de la misma y el responsable de la aplicación de este Reglamento.

**Inspector de Obra:** Profesional auxiliar de la Dirección de Obra que representa en obra al Director, por lo que la responsabilidad ante el Comitente es asumida exclusivamente por el Director de Obra.

**Proyectista o Diseñador Estructural:** Profesional que asume personalmente la totalidad de las especialidades involucradas en el proyecto o diseño de la estructura.

Para la aplicación de este Reglamento, los poderes públicos de cada jurisdicción deben establecer, para sus respectivas obras públicas, quiénes son los funcionarios que asumirán las funciones asignadas por este Reglamento al **Proyectista o Diseñador Estructural** y al **Director de Obra**.

### **1.3.3. Responsables de la aplicación de este Reglamento**

#### **1.3.3.1. Responsabilidad de los profesionales**

Los profesionales a cargo de las distintas áreas de especialización en una obra son responsables de la aplicación de las disposiciones de este Reglamento en sus respectivas áreas. En ausencia de responsable específico para un área determinada la responsabilidad recae en quien tiene a cargo la coordinación del Proyecto o de la Obra respectivamente.

#### **1.3.3.2. Responsabilidad del Propietario o Usuario de la obra**

Cuando no se requiera o no se produzca la intervención de profesionales en una obra, el Propietario o Usuario será responsable por la aplicación de este Reglamento. El Propietario será además responsable de la conservación de la aptitud sismorresistente de la obra, que acepta y avala formalmente en los documentos del Proyecto. Esta responsabilidad debe entenderse ya sea en sentido activo (por la introducción de modificaciones en la obra o su equipamiento) como pasivo (mantenimiento de la aptitud sismorresistente de la obra durante su vida útil). La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación notificará esta responsabilidad al Propietario en el momento de la habilitación de la obra.

#### **1.3.3.3. Control de la aplicación del Reglamento**

La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación es responsable del control de la aplicación de este Reglamento en todo lo que afecte a la seguridad. El Propietario puede designar otras instancias de control complementarias, con ámbitos de intervención más amplios (por ejemplo, Auditorías Técnicas) cuya intervención no exime la responsabilidad de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación. En ejercicio de estas responsabilidades visarán y conservarán la documentación técnica de la obra e inspeccionarán la construcción, según corresponda.

## **1.3.4. Documentación técnica de la obra**

### **1.3.4.1. Contenido de la documentación técnica**

A los fines de este Reglamento la documentación técnica comprenderá como mínimo los siguientes elementos:

a) Memoria de la obra que incluye:

a.1.) Memoria descriptiva de las acciones sobre la construcción, de la tecnología y de los materiales a emplear, de los diversos sistemas resistentes incluida su relación con componentes o sistemas considerados no estructurales.

a.2.) Memoria descriptiva de los procedimientos de análisis, en la que se detallarán las hipótesis básicas del análisis estructural, los procedimientos de análisis empleados, la justificación de su validez y las referencias o antecedentes que los avalan. La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación y las Auditorías Técnicas están obligadas a respetar los derechos de propiedad intelectual y no deberán requerir información relativa a los procedimientos cuya divulgación esté restringida por tal motivo, sino los principios generales y la justificación de la validez de los resultados.

a.3.) Memoria de cálculo, con el desarrollo del análisis, dimensionamiento y verificaciones en detalle suficiente para ser seguidos totalmente en su secuencia lógica. Es obligatorio incluir los Reglamentos y las normas empleados, el análisis de acciones, solicitaciones y deformaciones, los materiales empleados para todos los componentes de la construcción, sus uniones o vínculos y la lista de planos.

b) Planos y planillas

En los planos y planillas se deberá incluir la información relativa a la materialización de la construcción y como mínimo los materiales a emplear, la ubicación y las dimensiones de todos los elementos de la construcción, sus uniones y vínculos.

b.1.) Planos

Comprenderán las plantas, cortes y esquemas necesarios con la ubicación y dimensiones de los componentes de la construcción, así como los detalles constructivos típicos y las especificaciones indispensables sobre los materiales y procedimientos constructivos a emplear. Las escalas serán las establecidas en las normas correspondientes.

b.2.) Planillas

Con la lista de componentes, sus secciones resistentes, los datos necesarios para su materialización y su correlación con la memoria de cálculo. La presentación de planillas es facultativa si la información necesaria está contenida en los planos.

c) Libros de comunicación

Las comunicaciones entre los distintos responsables durante la construcción se formalizarán en documentos que según la importancia y naturaleza de la obra podrán ser uno o varios. En

ellos se incluirán las modificaciones al Proyecto, las inspecciones, los protocolos de los ensayos y los controles de calidad.

#### **1.3.4.2. Instancias de la documentación técnica**

A los fines del cumplimiento de este Reglamento será exigible:

- a) Documentación Técnica de Proyecto, cuyo fin es la gestión y formalización de la autorización de la obra. Un ejemplar completo con las constancias de la aprobación por parte de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación deberá encontrarse permanentemente en obra.
- b) Documentación Técnica Final de Obra, cuyo fin es el registro formal del estado de la obra tal cual fue construida. Como mínimo un ejemplar completo (memorias, planos, planillas, libros de comunicación) visado por los responsables, debe quedar en poder de la Autoridad Fiscalizadora de Aplicación y otro en poder del Propietario.

#### **1.3.4.3. Forma de la documentación técnica**

La forma de presentación de la documentación técnica es libre, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Claridad, orden y prolijidad para satisfacer su cometido.
- b) Cumplimiento de los formatos establecidos por la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación. En su defecto se aplicarán las normas IRAM de dibujo técnico. La memoria y las planillas podrán integrarse en láminas con el formato de los planos o presentarse por separado en hojas de formato A3 o A4 identificadas individualmente y encuadernadas.
- c) Todos los elementos de la documentación técnica deberán ser identificados con el nombre de la obra y la numeración que permita correlacionarlos y ordenarlos. Los planos llevarán la carátula exigida por la Autoridad Fiscalizadora de Aplicación, o, en su defecto un rótulo formato IRAM con expresa constancia de los profesionales actuantes, del Propietario y del carácter de la documentación (Proyecto o Final de obra).
- d) La técnica de reproducción es libre, siempre que asegure claridad y perdurabilidad. Para la documentación "conforme a obra" podrán adoptarse técnicas no gráficas (fichas o microfichas fotográficas, archivo electrónico o magnético, etc.) a juicio del destinatario de la misma.

### **1.4. INSTRUMENTAL Y MEDICIONES**

#### **1.4.1. Exigencia de instrumental**

En las zonas sísmicas 3 y 4 deberán instalarse acelerógrafos para fuertes movimientos en los siguientes casos:

- a) Construcciones edilicias o industriales de más de **3000 m<sup>2</sup>** de superficie cubierta o más de **25 m** de altura.

b) Obras de infraestructura que requieran la aplicación de este Reglamento.

Cuando se trate de construcciones tipo **A<sub>0</sub>** deberá instalarse instrumental para el registro de sismos intensos en todas las zonas sísmicas del país.

#### **1.4.1.1. Instrumental a instalar**

El instrumental a instalar será por un valor mínimo equivalente al **0,2 %** del valor de obra. Para las obras de infraestructura este porcentaje se aplicará a la parte de la obra que requiera la aplicación del presente Reglamento.

#### **1.4.1.2. Tipo y ubicación**

El tipo y la ubicación del instrumental será definida por la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación, con asesoramiento de la Comisión Nacional Permanente del Reglamento INPRES-CIRSOC 103.

#### **1.4.1.3. Archivo de la información y mantenimiento del instrumental**

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) será el responsable del archivo de la información.

La información estará disponible libremente para cualquier interesado, con el solo cargo de los gastos de reproducción.

El instrumental integrará la Red Nacional de Estaciones Sismológicas del INPRES, siendo responsable de su mantenimiento la jurisdicción local, siempre que no se convenga lo contrario.

#### **1.4.1.4. Responsabilidad del Comitente de la obra**

La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación notificará al Comitente de la obra su responsabilidad de proteger el instrumental y mantener en buenas condiciones físicas su emplazamiento. La notificación se realizará en el momento de otorgar la habilitación de la obra.

#### **1.4.2. Mediciones**

Cuando la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación realice determinaciones experimentales de los parámetros dinámicos en una construcción deberá dar participación amplia a los profesionales responsables y notificarles los resultados, que deberán ser archivados con la documentación conforme a obra.

Si la determinación se realiza en los siguientes casos:

- a) Construcciones analizadas por métodos dinámicos.
- b) Construcciones en las que se constatan daños estructurales.

El Profesional responsable (del proyecto o reparación, respectivamente) deberá evaluar las diferencias entre los parámetros estimados en el proyecto y las determinaciones

experimentales, analizar su significado para la seguridad de la construcción y producir un informe para consideración de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación.

## 1.5. GLOSARIO

A los fines de la aplicación de este Reglamento se define:

### **Capacidad (Resistente)**

Solicitud o combinación de solicitaciones que es capaz de soportar una sección, componente, elemento o sistema en condición última o de mecanismo plástico (colapso).

### **Centro de Giro**

Punto de la construcción (asociado con un nivel o masa  $i$ ) que no se desplaza cuando se aplican cuplas de eje vertical a la construcción.

### **Centro de Resistencia**

Punto de la construcción (asociado con un nivel o masa  $i$ ) donde se puede considerar concentrada la resistencia de los elementos estructurales.

### **Coefficiente Sísmico**

Factor que permite calcular la fuerza estática equivalente de la acción sísmica.

### **Componente**

Parte individualizable de una construcción, ej.: viga, columna, tabique, diagonal, losa, etc.

### **Conjunto Rígido**

Conjunto de partes o componentes vinculados de tal modo que sus deformaciones relativas son despreciables para la evaluación de acciones sobre el mismo o las del conjunto sobre la construcción.

### **Construcción**

Resultado de un proceso constructivo habitualmente realizado para satisfacer necesidades de un comitente privado o público, generalmente asociado a obras civiles.

### **Diafragma**

Sistema estructural horizontal o casi horizontal relativamente delgado y rígido en su plano capaz de transmitir las fuerzas en su plano a otros elementos estructurales. Puede ser usado para soportar solicitaciones verticales.

### **Diseño**

En este Reglamento se ha usado la palabra “**Diseño**” como sinónimo de “**Proyecto**”. El diseño incluye el planteo estructural, el dimensionamiento y el detallado de las secciones, de los componentes estructurales, de los elementos estructurales y del sistema completo.

### ***Diseño por Capacidad***

Método de diseño para estructuras sometidas a la acción sísmica. En el diseño de estructuras por capacidad, los componentes y los elementos estructurales que resistirán las solicitaciones debidas a las acciones gravitatorias y las originadas por la acción sísmica son cuidadosamente seleccionados y apropiadamente diseñados y detallados para ser capaces de disipar energía por deformaciones inelásticas en zonas pre-establecidas. Todos los otros elementos no pensados para disipar energía deben poseer suficiente resistencia para asegurar su comportamiento elástico mientras las fuentes de disipación de energía desarrollan toda su capacidad. En consecuencia el diseño por capacidad establece la capacidad de los componentes elásticos a partir de la capacidad de los componentes que plastifican.

### ***Ductilidad***

Capacidad de absorción de energía hasta la rotura de un componente, elemento o sistema. Habitualmente asociada a deformaciones importantes en rango plástico. Opuesta a fragilidad.

### ***Ductilidad Global***

Habilidad que tiene un sistema para mantener su capacidad resistente sin sensibles degradaciones y disipar energía cuando está sometida a ciclos de desplazamientos inelásticos durante un terremoto.

### ***Ductilidad Local***

Capacidad que tiene una sección o componente para deformarse inelásticamente y disipar energía, sin degradación significativa de la resistencia. En el caso de terremotos se vincula a la formación de ciclos de histéresis estables.

### ***Edificios Comunes***

Son construcciones formadas por uno o varios niveles independientes de la fundación en los que hay diafragmas rígidos. Los niveles definen ámbitos habitables.

### ***Equipamiento***

Conjunto de sistemas, muebles y equipos que, sin formar parte de la construcción como obra, están en ella y son necesarios para su funcionamiento.

### ***Elemento***

Uno o más componentes asociados en un conjunto que sufre la misma deformación horizontal durante el terremoto, ej.: Pórticos, Muros, Tabiques acoplados, Triangulaciones, etc. Habitualmente se trata de conjuntos contenidos en un plano.

### ***Estructuras con Ductilidad Completa***

Son aquéllas en las que se busca desarrollar al máximo su capacidad de disipación de energía. En consecuencia se diseñan y detallan siguiendo los principios del Diseño por Capacidad para resistir el mínimo nivel de acción sísmica permitido por este Reglamento.

### ***Estructuras con Ductilidad Limitada***

Son aquellas que se supone tienen una menor demanda de deformación inelástica, o una menor capacidad de deformación inelástica respecto a estructuras con ductilidad completa. Las estructuras con ductilidad limitada deberán diseñarse siguiendo los principios del Diseño por Capacidad, con acciones sísmicas estáticas de diseño mayores que las correspondientes a estructuras con ductilidad completa. Habitualmente implican detallados más simples que los de las estructuras con ductilidad completa.

### ***Estructuras de Comportamiento Elástico***

Son aquellas cuya respuesta frente a la acción sísmica se supone permanecerá esencialmente elástica. En estas estructuras, aunque diseñadas para que tengan una respuesta elástica, deberá identificarse el mecanismo plástico y en función de éste, podrán diseñarse y detallarse según el Reglamento CIRSOC 201-2005 o siguiendo los principios del Diseño por Capacidad establecidos en este Reglamento para estructuras con ductilidad completa o limitada según corresponda.

### ***Estructura***

Conjunto espacial de elementos capaces de soportar las acciones impuestas sobre la construcción y transferirlas a los vínculos, asegurando equilibrio y estabilidad. Todo elemento o componente capaz de restringir las deformaciones de toda o parte de la construcción forma parte de la estructura.

### ***Factores de Reducción de Resistencia ( $\phi$ ):***

Son factores que tienen en cuenta:

- 1) La probabilidad de que la resistencia de un elemento sea menor que la especificada, debido a variaciones en la resistencia de los materiales y en las dimensiones.
- 2) Aproximaciones en las ecuaciones de diseño.
- 3) Tipo de mecanismo de resistencia y las consecuencias del modo de falla.
- 4) Grado de ductilidad y confiabilidad requerida del elemento cargado.
- 5) Importancia del elemento en la estructura.

Normalmente están asociados al comportamiento de los materiales y se encuentran especificados en los Reglamentos CIRSOC 2005 correspondientes o en las **Partes II, III, IV y V** de este Reglamento.

### ***Falla Activa***

Una falla geológica que tiene evidencia de actividad sísmica dentro de los últimos 11000 años.

### ***Instalaciones***

En general se refiere a los sistemas hidráulicos, sanitarios, termomecánicos y eléctricos que permiten el funcionamiento de la construcción.

### ***Mecanismo Plástico (Mecanismo de Colapso)***

Configuración final de la estructura en la que un pequeño aumento de las acciones produce un aumento grande o incontrolado de las deformaciones globales o locales y en consecuencia el equilibrio deja de ser posible. Debe ser un mecanismo estructural estáticamente admisible y cinemáticamente posible que el diseñador debe elegir para aplicar los principios del Diseño por Capacidad.

### ***Modo de Vibración***

Cada una de las configuraciones sencillas que la construcción adopta o puede adoptar al vibrar libremente.

### ***Muro***

Sistema resistente vertical, generalmente plano, que soporta principalmente acciones (verticales u horizontales) en su plano. Habitualmente se refiere a construcciones de mampostería o de hormigón simple.

### ***Obra***

Resultado total o parcial del proceso constructivo, el conjunto de elementos físicos que lo componen y las tareas necesarias para materializarlo. En sentido restringido: CONSTRUCCIÓN o EDIFICIO.

### ***Panel***

Elemento en forma de placa (dos dimensiones predominan respecto de la tercera) generalmente destinado a formar parte de un conjunto mayor. Parte de un muro definida por los encadenados.

### ***Período Propio o Fundamental***

Período del modo de vibración de mayor período de una construcción.

### ***Prefabricado (Premoldeado)***

En general sistema o componente cuya construcción se realiza fuera de su emplazamiento definitivo y se monta como una unidad en su emplazamiento. En sentido restringido se refiere a elementos de hormigón armado o mampostería en esas condiciones.

### ***Pórtico***

Elemento resistente formado por varios componentes cuya deformación predominante se debe a la flexión.

### ***Pórticos Sismorresistentes***

Tipo estructural constituido por componentes vinculados entre sí, formando en su conjunto una estructura capaz de resistir no sólo las cargas gravitatorias sino también las fuerzas horizontales originadas por la acción sísmica. La deformación dominante, en especial para la acción sísmica, es la flexión.



### ***Pórtico – Tabique***

Tipo estructural resistente a cargas gravitatorias y fuerzas horizontales provenientes de la acción sísmica, compuesto por la combinación de pórticos y tabiques, habitualmente contenidos en un plano.

### ***Resistencia Requerida o Última ( $R_u$ )***

Demanda de resistencia que surge de la aplicación de las combinaciones de estados de sollicitaciones o de las demandas de resistencia originadas por el desarrollo de las rótulas plásticas, siguiendo los principios del diseño por capacidad.

### ***Resistencia Nominal ( $R_n$ )***

Resistencia teórica de una sección de un componente calculada utilizando las dimensiones reales provistas, y las resistencias especificadas de los materiales, con los procedimientos que se indican en los Reglamentos.

### ***Resistencia de Diseño ( $R_d$ )***

Resistencia confiable mínima a ser provista a las secciones estructurales. Se calcula como el producto de la resistencia nominal del elemento por el factor de reducción de resistencia.

$$R_d = \phi R_n \geq R_u$$

### ***Restricción Torsional***

Capacidad de impedir o limitar los giros de un sistema cuando los elementos de una dirección alcanzan el límite plástico. Esta propiedad se debe a la rigidez y a la resistencia de los elementos ubicados en dirección perpendicular a la que se estudia.

### ***Rótula Plástica***

Zona de una pieza dúctil en la que, por haberse alcanzado la sollicitación límite, se producen rotaciones grandes ante aumentos pequeños de la sollicitación sin que se produzca el desmembramiento o destrucción física o la pérdida de capacidad resistente de la pieza.

### ***Sistema Resistente***

Totalidad de los elementos vinculados de tal forma que puedan contribuir a soportar acciones sobre el conjunto de la construcción.

### ***Sistema Torsionalmente Restringido ( $T_R$ )***

Sistema en el que los elementos perpendiculares a la dirección en estudio son capaces de controlar el giro plástico durante el desarrollo del mecanismo plástico completo en la dirección en estudio.

### ***Sistema Torsionalmente Libre ( $T_L$ )***

Sistema en el que los elementos perpendiculares a la dirección en estudio no son capaces de controlar el giro plástico durante el desarrollo del mecanismo plástico completo en la dirección en estudio.

### ***Sobrerresistencia***

Las zonas plásticas de una estructura desarrollan resistencias superiores a los valores nominales durante el proceso de plastificación. Los factores de sobrerresistencia tienen en cuenta principalmente las variaciones entre la tensión de fluencia especificada y la tensión de fluencia real, el endurecimiento por deformación del acero, el aumento de resistencia por el confinamiento del hormigón y fenómenos similares en otros materiales.

### ***Tabique***

Muro o placa de hormigón armado, vertical o casi vertical, cuya misión principal es soportar acciones en su plano (horizontales y verticales).

### ***Tabiques Sismorresistentes***

Tabique destinado a soportar acciones sísmicas. Los tabiques sismorresistentes adecuadamente diseñados pueden absorber en su plano las fuerzas horizontales generadas por la acción sísmica.

### ***Tabiques Acoplados***

Cuando dos o más tabiques o columnas están conectados por vigas con suficiente rigidez y resistencia que restringen los giros relativos. La disipación de energía se realiza principalmente en las vigas de acoplamiento.

### ***Triangulación***

Elemento resistente en el que los esfuerzos predominantes son axiales y a ellos se debe principalmente la deformación del conjunto.

### ***Zona Rótula Plástica***

Zonas previamente seleccionadas de los componentes estructurales, adecuadamente diseñadas y detalladas para que puedan desarrollar deformaciones inelásticas y disipar energía sin degradación importante de resistencia. Las deformaciones dominantes son de flexión.

### ***Zona Plástica***

Zonas seleccionadas en los componentes estructurales, adecuadamente diseñadas y detalladas para que puedan desarrollar deformaciones inelásticas y disipar energía sin degradación importante de resistencia. Las deformaciones dominantes son axiales o de corte, a diferencia de las rótulas.

**Zona Activa**

Es la masa de suelo afectada significativamente por las acciones que le impone la construcción.

# CAPÍTULO 2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA, CLASIFICACIÓN DEL SITIO, REGULARIDAD ESTRUCTURAL Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

## 2.0. SIMBOLOGÍA

$N$	número de golpes del ensayo de penetración normalizado.
$N_m$	número medio de golpes del ensayo de penetración normalizado.
$S_{um}$	resistencia al corte no drenada.
$T_o$	período fundamental de vibración de la construcción.
$T_2$	período correspondiente al fin del tramo de aceleración constante del espectro de diseño.
$d_b$	desplazamiento medido en un borde de la construcción.
$t_i$	espesor del estrato de suelo $i$ , en m.
$d_o$	desplazamiento medido en el centro de masas.
$V_{si}$	velocidad de la onda de corte para el estrato $i$ , en m/s.
$V_{sm}$	velocidad media de la onda de corte, en m/s.
$\gamma_r$	factor de riesgo.
$\Delta_{sk}$	distorsión lateral del piso k

## 2.1. INTRODUCCIÓN

La acción sísmica se evaluará considerando la base de la construcción sometida a un movimiento representativo del terremoto de diseño.

El terremoto de diseño se define en función de la peligrosidad sísmica, de las condiciones del sitio y de la importancia de la construcción.

Se admiten para el análisis los métodos detallados en el artículo 2.7. El empleo de otros métodos requerirá la aprobación especial de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación.

## 2.2. ZONIFICACIÓN SÍSMICA

El territorio nacional se divide en cinco zonas sísmicas de acuerdo con la peligrosidad sísmica existente en cada región. La Tabla 2.1. indica el nivel de peligrosidad asignado a cada zona y el mapa de la Figura 2.1. indica la zonificación. En el artículo 2.8. se detallan las zonas sísmicas de las distintas provincias y en el Anexo I se detalla la zonificación asignada a cada departamento del territorio argentino.

**Tabla 2.1. Peligrosidad sísmica**

<b>Zona sísmica</b>	<b>Peligrosidad</b>
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

Si el lugar de emplazamiento de la construcción coincide con la línea que delimita dos zonas, o si surgen dudas acerca de su ubicación con respecto a dicho límite, se la deberá considerar emplazada en la zona de mayor grado de peligrosidad sísmica.

## 2.3. CLASIFICACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN

### 2.3.1 Influencia del suelo

Para la determinación de las acciones sísmicas de diseño, el sitio del emplazamiento se clasifica en seis categorías según las características de los suelos comprendidos en una profundidad de 30 m desde la superficie de terreno natural.

La clasificación se basa en la velocidad media de la onda de corte  $V_{sm}$ . A los efectos de la clasificación del sitio es suficiente la evidencia geológica, la información existente de estudios preliminares o de los realizados con motivo de la construcción en estudio. Es aceptable utilizar la correlación entre la velocidad de la onda de corte y el ensayo de penetración normalizado (SPT) o la resistencia al corte no drenada. La Tabla 2.2 presenta la clasificación del sitio.

### 2.3.2. Suelos que requieren evaluación específica del sitio SF

- a) Suelos vulnerables o propensos a falla, pérdida de la capacidad portante o colapso bajo acciones sísmicas.
- b) Suelos potencialmente licuables de acuerdo con lo establecido en los Comentarios a este artículo.
- c) Arcillas altamente sensitivas, suelos colapsibles débilmente cementados.
- d) Turbas o arcillas altamente orgánicas de más de **3 m** de espesor.

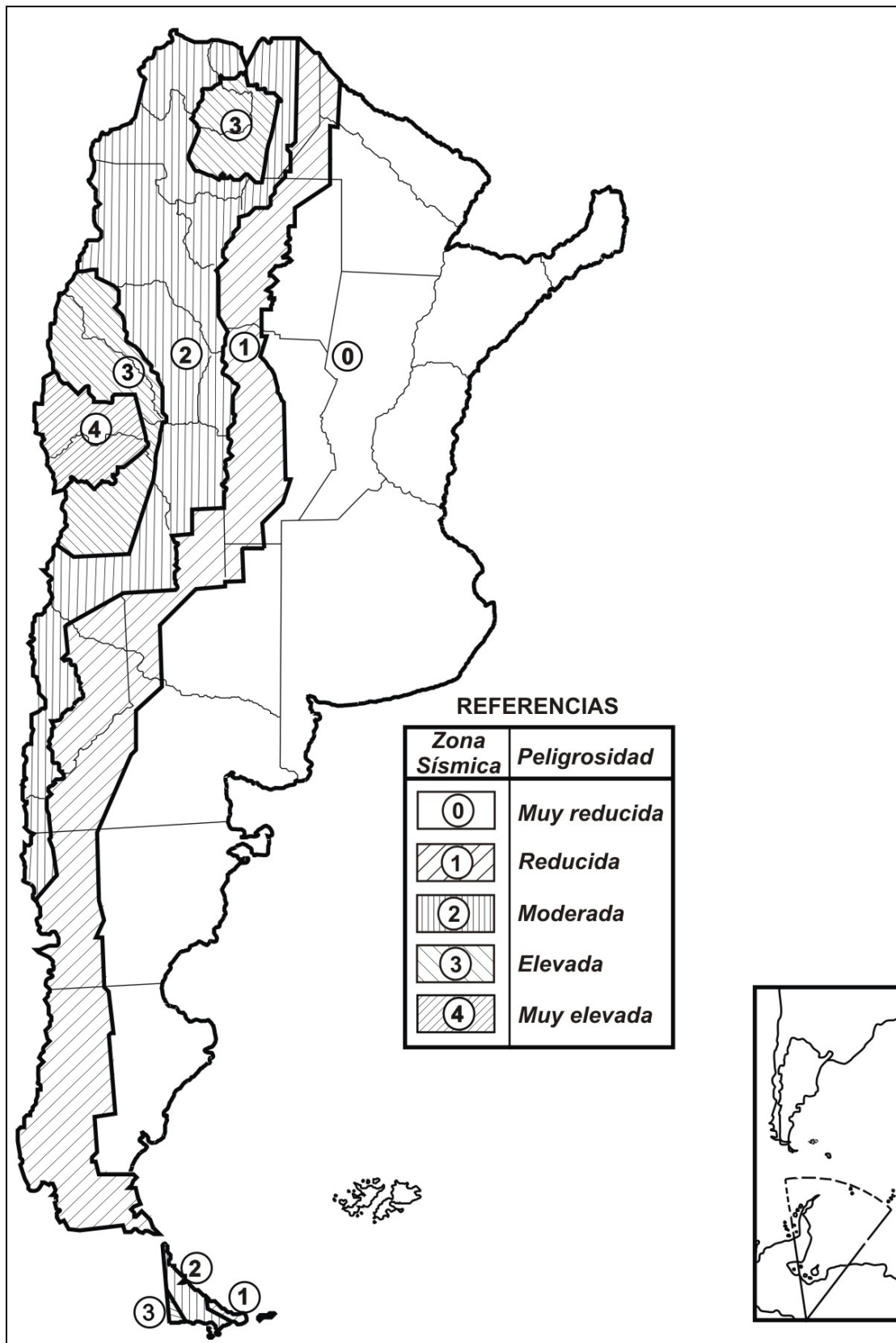
- e) Arcillas de muy alta plasticidad con espesores mayores a **8 m** e Índice Plástico mayor que **75**.
- f) Arcillas de media o baja rigidez de espesores mayores a **15 m**.
- g) Suelos expuestos a inestabilidad de taludes, laderas o terraplenes.

**Tabla 2.2. Clasificación del sitio – Influencia del suelo**

Tipo espectral	Sitio	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELOS	PROPIEDADES DE SUELO PROMEDIO		
			Velocidad media de onda de cortante, $V_{sm}$ (m/s)	Ensayo de penetración normalizado (N)	Resistencia al corte no drenado $S_{um}$ (KPa)
Tipo 1	SA	Formación de roca dura, con presencia superficial y escasa meteorización.	>1500	-	-
	SB	Formación de roca dura con pequeña capa de suelo denso y/o roca meteorizada <3m	760 a 150	-	-
	SC	Formación de roca blanda o meteorizada que No cumple con SA y SB. Gravas y/o arenas muy densas. Suelo cohesivo preconsolidado, muy duro. Gravas y/o arenas de densidad media.	360 a 760	>50	>100
Tipo 2	SD	Suelo cohesivo consistente, de baja plasticidad. Gravass y/o arenas de baja densidad.	180 a 360	15 a 50	50 a 100
Tipo 3	SE	Suelo cohesivo blando de baja plasticidad.	<180	<15	< 50
SF		Suelos dinámicamente inestables. Requieren estudios especiales.			

### 2.3.3. Clasificación de sitios con suelos estratificados

En suelos estratificados para la clasificación del sitio se utilizará la velocidad media de la onda de corte  $V_{sm}$ .



**Figura 2.1. Zonificación sísmica en la República Argentina.**

$$V_{sm} = \frac{30}{\left[ \sum \left( \frac{t_i}{V_{si}} \right) \right]} \quad (2.1)$$

O bien el número medio de golpes del ensayo de penetración normalizado (SPT):

$$N_m = \frac{30}{\left[ \sum \left( \frac{t_i}{N_i} \right) \right]} \quad (2.2)$$

## 2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES SEGÚN SU DESTINO Y FUNCIONES

A los fines del diseño sismorresistente, las construcciones se agrupan de acuerdo con sus funciones y con la trascendencia que puedan tener eventuales daños o colapsos de las mismas en caso de ocurrencia de sismos. Para ello se define un factor de riesgo para valorar las acciones sísmicas.

### 2.4.1. Grupo A<sub>o</sub> $\gamma_r = 1,5$

Construcciones, instalaciones y equipamientos que cumplen funciones esenciales o bien el colapso total o parcial podría producir efectos catastróficos sobre importantes sectores de la población. Son construcciones cuyas estructuras, instalaciones, equipamientos y accesibilidad deben mantenerse en funcionamiento luego de ocurrido un terremoto destructivo. Ejemplo de este grupo son:

- sectores y componentes radiactivos superiores a **20 MW**,
- depósitos de gases o líquidos inflamables o tóxicos,
- áreas esenciales de aeropuertos,
- áreas esenciales de hospitales,
- áreas esenciales de centros policiales y de bomberos,
- centrales de comunicación y radioemisoras,
- centrales de energía de emergencia,
- construcciones para servicios sanitarios básicos (agua potable).

### 2.4.2. Grupo A $\gamma_r = 1,3$

Construcciones o instalaciones cuyo colapso tiene gran repercusión debido a la ocupación o el uso. Construcciones cuyo contenido es de gran valor o de gran importancia pública. Construcciones de uso público de más de **300 m<sup>2</sup>** y que permitan la presencia de más de **100** personas. Ejemplos de este grupo son:

- edificios de servicios médicos,
- estaciones de radio y de televisión,



- centrales telefónicas,
- oficinas de correos,
- edificios gubernamentales de dependencias nacionales, provinciales o municipales,
- escuelas, colegios, universidades,
- cines, teatros, estadios, templos,
- terminales de transporte de pasajeros,
- grandes comercios y grandes industrias,
- museos, bibliotecas,
- centrales de energía,
- plantas de bombeo.
- construcciones de importancia pública no incluidas en el grupo **A<sub>o</sub>**,
- obras de infraestructura en general que afecten a áreas pobladas por más de **10000** habitantes.
- construcciones cuyo colapso pueda afectar a construcciones incluidas en el grupo **A<sub>o</sub>**.
- depósitos de combustibles hasta **100 m<sup>3</sup>**.

#### 2.4.3. Grupo B $\gamma_r = 1,0$

- Construcciones destinadas a vivienda unifamiliar o multifamiliar;
- hoteles,
- comercios e industrias no incluidos en el grupo **A**.
- Construcciones cuya falla puede afectar a una del grupo **A**.
- Obras de infraestructura primaria no incluidas en el grupo **A**.

#### 2.4.4. Grupo C $\gamma_r = 0,8$

Construcciones o instalaciones aisladas con ocupación inferior a **10** personas, que no estén incluidas en los grupos anteriores y que no afecten a construcciones incluidas en los grupos anteriores:

- depósitos aislados,
- establos,
- silos y tanques apoyados en el suelo, siempre que no se encuentren comprendidos dentro de las categorías anteriores por su contenido o ubicación, casillas aisladas, etc.

## 2.5. APLICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS SISMORRESISTENTES

### 2.5.1. Construcciones en Zonas 1; 2; 3 y 4

Para construcciones emplazadas en zonas sísmicas 1, 2, 3 y 4 se aplicarán íntegramente los requerimientos que establece el presente Reglamento.

### 2.5.2. Construcciones en Zona 0

- a) Construcciones de hasta **3 pisos** o **12 m** de altura están eximidas de la aplicación del presente Reglamento.
- b) Construcciones de altura total superior a los **12 m**, diseñadas para los efectos del viento están eximidas de la aplicación del presente Reglamento si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- b.1.) Han sido verificadas bajo los efectos del viento en las dos direcciones principales.
- b.2.) La resultante en cada dirección de las fuerzas del viento es igual o mayor que el **1,5%** del peso total de la construcción.
- b.3.) El punto de aplicación de la fuerza resultante de la acción del viento se encuentra aproximadamente coincidente o por encima del centro de gravedad de la construcción.

Cuando no se cumplan los requisitos exigidos en b.1.), b.2.) y b.3.) se deberá verificar la estructura bajo la acción de fuerzas horizontales aplicadas en los centros de gravedad de intensidad igual al **1,5%** de los pesos respectivos y cumplir los requisitos sobre arriostramiento de fundaciones establecidos en el Capítulo 9.

## 2.6. REGULARIDAD ESTRUCTURAL

A los fines de seleccionar los procedimientos para la evaluación de la acción sísmica se debe valorar el grado de irregularidad de la estructura tanto en planta (Tabla 2.3.) como en altura (Tabla 2.4.)

### 2.6.1. Regularidad en planta

La regularidad en planta se evaluará a través de la Tabla 2.3. que tiene en cuenta la regularidad torsional, la trayectoria de las acciones horizontales hasta las fundaciones y la ortogonalidad de los elementos resistentes.

**Tabla 2.3. Condiciones de regularidad en planta**

<b>CONDICIONES</b>		<b>Ver artículo</b>
<b>1a</b>	Estructuras torsionalmente regulares o con irregularidad baja cuando en todos los niveles o masas se cumple: $d_b/d_o \leq 1,2$	
<b>1b</b>	Estructuras con irregularidad torsional media cuando en todos los niveles se cumple: $1,2 < d_b/d_o \leq 1,4$	2.6.3.e)
<b>1c</b>	Estructuras con irregularidad torsional extrema cuando en algún nivel se cumple: $d_b/d_o \geq 1,4$	2.6.3.a)
<b>2a</b>	Los elementos resistentes para acción sísmica son continuos en altura y el esfuerzo se mantiene en un único plano vertical.	
<b>2b</b>	Todos los casos no incluidos en 2a	2.6.3.b)
<b>3a</b>	Sistemas formados por elementos ortogonales	
<b>3b</b>	Todos los casos no incluidos en 3a	3.2.

### 2.6.2. Regularidad en altura

La regularidad en altura se evaluará a través de la Tabla 2.4. que tiene en cuenta la distribución de la rigidez, las masas y la resistencia.

**Tabla 2.4. Condiciones de regularidad en altura**

<b>CONDICIONES</b>		<b>Ver artículo</b>
1a	Son estructuras regulares o con irregularidad baja en rigidez cuando la distorsión de piso en todos los niveles cumple: $\theta_{sk} \leq 1,4 \theta_{sk+1}$	
1b	Son estructuras con irregularidad de rigidez media cuando en algún nivel se cumple: $1,4 \theta_{sk+1} < \theta_{sk} \leq 1,7 \theta_{sk+1}$	
1c	Son estructuras con irregularidad de rigidez extrema cuando en algún nivel se cumple: $1,7 \theta_{sk+1} < \theta_{sk}$	2.6.3.a)
2	Son estructuras con regularidad de masas cuando las masas de cada nivel varían menos de <b>30 %</b> respecto de los niveles adyacentes. <sup>(1)</sup>	2.7.2.
3	Son estructuras con regularidad geométrica cuando en todos los niveles la dimensión horizontal de los componentes del sistema resistente a fuerzas horizontales varía menos del <b>30 %</b> respecto de los niveles adyacentes.	
4a	Los elementos verticales son continuos en altura o los retranqueos en su plano son inferiores a la longitud del elemento. Las dimensiones de los componentes son continuas o crecientes hacia abajo.	
4b	Todos los casos no incluidos en 4a	2.6.3.b) 2.6.3.c)
5a	Se considera que la estructura es regular en resistencia cuando en todos los niveles la resistencia lateral es superior al <b>80 %</b> de la resistencia del nivel inmediato superior.	
5b	Todos los casos no incluidos en 5a (piso débil)	2.6.3.a) 2.6.3.d)
<sup>(1)</sup> Se excluyen las cubiertas livianas o cuerpos salientes incluidos en el Capítulo 10.		

### 2.6.3. Exigencias adicionales a las construcciones irregulares

- a) Se debe rediseñar la estructura para reducir la irregularidad en las construcciones y zonas indicadas en el artículo 8.3.1.1.
- b) Las columnas o elementos que soportan elementos discontinuos deben diseñarse para las sollicitaciones que resultan de agotar la capacidad de los elementos interrumpidos (ver el artículo 8.3.1.2.).
- c) Se debe verificar la transferencia de esfuerzos entre el elemento interrumpido y él o los elementos que reciben los esfuerzos (ver el artículo 8.3.1.3.).
- d) La distorsión de piso se debe calcular con el máximo desplazamiento de borde en lugar del desplazamiento en el centro de gravedad del nivel o masa (ver el artículo 8.4.1.).

## 2.7. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

La elección del procedimiento y el nivel mínimo de análisis a utilizar se realizarán teniendo en cuenta el destino de la construcción, la altura y el grado de regularidad.

### 2.7.1. Verificación simplificada

Los procedimientos aproximados para la determinación de las acciones sísmicas y de análisis estructural que se establecen en el Capítulo 4, son aplicables a los edificios comunes pertenecientes a los grupos **B** y **C** cuya estructura sismorresistente se compone exclusivamente de muros.

### 2.7.2. Método estático

El método estático consiste en la representación de la acción sísmica mediante un sistema de fuerzas estáticas equivalentes proporcionales a las cargas gravitatorias. Se admite para todas las construcciones hasta **3 niveles** o de altura menor que **9 m**. Se admite también para construcciones que cumplan las condiciones indicadas en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5. Condiciones para la aplicación del método estático según zona y destino**

Zona sísmica	Altura máxima de la Construcción (m)			Regularidad en planta Tabla 2.3 – Línea			Regularidad en altura Tabla 2.4 - Línea		
	A <sub>0</sub>	A	B	A <sub>0</sub>	A	B	A <sub>0</sub>	A	B
3 y 4	12	30	45	1a	1a	1a	1a, 2, 3, 5a	1a, 2, 3, 5a	1a,1b,2, 3, 5a
1 y 2	16	45	60	1a, 1b	1a, 1b	1a, 1b	1a, 1b, 2, 3	1a, 1b, 2, 3	1a, 1b, 2, 3

La altura de la construcción se mide desde el nivel más alto del terreno circundante hasta la última masa. Las masas se definen de acuerdo con los artículos 3.6.1 y 3.6.2.

### 2.7.3. Métodos dinámicos

Las construcciones que no cumplen las condiciones enunciadas en el artículo anterior deben ser analizadas por los métodos dinámicos del Capítulo 7. Se admite el empleo de estos métodos en cualquier caso.

El empleo de métodos dinámicos es también obligatorio cuando el período fundamental de vibración  $T$  es mayor que el triple del valor de  $T_2$  correspondiente al perfil de suelo y zona sísmica considerada:  $T > 3 T_2$ .

## 2.8. ZONIFICACIÓN SÍSMICA POR PROVINCIAS Y DEPARTAMENTOS

La zonificación sísmica de las provincias argentinas, de sus departamentos o partes de ellos se indican a continuación:

## ZONA 0

### **PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

En su totalidad

### **PROVINCIA DE CÓRDOBA**

- 2 Río Seco
- 4 parte de Tulumba
- 10 parte de Río Primero
- 11 San Justo
- 16 parte de Río Segundo
- 19 parte de Tercero Arriba
- 20 parte de Gral. San Martín
- 21 Unión
- 22 Marcos Juárez
- 25 parte de Presidente Roque Saenz Peña
- 26 parte de Gral. Roca

### **PROVINCIA DE CORRIENTES**

En su totalidad

### **PROVINCIA DEL CHACO**

- 1 parte de Almirante Brown
- 2 parte de Gral. Guemes
- 3 Maipú
- 4 Libertador Gral. San Martín
- 5 Chacabuco
- 6 9 de Julio
- 7 General Belgrano
- 8 Independencia
- 9 Comandante Fernández
- 10 Quitilipi
- 11 25 de Mayo
- 12 Presidente de la Plaza
- 13 Sargento Cabral
- 14 General Donovan

### **PROVINCIA DEL CHACO (continuación)**

- 15 1° de Mayo
- 16 Bermejo
- 17 12 de Octubre
- 18 O'Higgins
- 19 San Lorenzo
- 20 Fray Justo Sta. María de Oro
- 21 Mayor Luis J. Fontana
- 22 Tapenagá
- 23 Libertad
- 24 San Fernando

### **PROVINCIA DEL CHUBUT**

- 2 Gastre
- 3 Telsen
- 4 Biedma
- 8 Paso de los Indios
- 9 Mártires
- 10 Gaiman
- 11 Rawson
- 12 Florentino Ameghino
- 14 Sarmiento
- 15 Escalante

### **PROVINCIA DE ENTRE RÍOS**

En su totalidad

### **PROVINCIA DE FORMOSA**

- 3 Bermejo
- 4 Patiño
- 5 Pilagás
- 6 Pilcomayo
- 7 Pirané

## ZONA 0 (continuación)

### **PROVINCIA DE FORMOSA (continuación)**

8 Formosa

9 Laishi

### **PROVINCIA DE LA PAMPA**

2 Realicó

3 Chapaleufú

4 Trenel

5 Maracó

6 Conhelo

7 Quemú-Quemú

9 parte de Chalileo

10 Loventué

11 Toay

12 Capital

13 Catriló

15 Limay Mahuida

16 Utracan

17 Atreucó

18 Guatrache

19 Curacó

20 Lihuel Calel

21 Hucal

22 Caleu-Caleu

### **PROVINCIA DE MISIONES**

En su totalidad

### **PROVINCIA DE RÍO NEGRO**

1 parte de Gral. Roca

2 parte de El Cuy

3 Avellaneda

4 Pichi Mahuida

5 Conesa

### **PROVINCIA DE RÍO NEGRO (continuación)**

7 parte de 25 de Mayo

8 9 de Julio

9 Valcheta

10 San Antonio

11 Adolfo Alsina

### **PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

2 Deseado

4 Magallanes

6 Corpen Aike

### **PROVINCIA DE SANTA FE**

En su totalidad

### **PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**

2 parte de Copo

3 parte de Alberdi

8 Moreno

14 Sarmiento

5 Matará

19 Salavina

20 Avellaneda

21 General Taboada

22 parte de Ojo de Agua

23 Quebrachos

24 Mitre

25 Aguirre

26 Belgrano

27 Rivadavia

**ZONA 1****PROVINCIA DE CÓRDOBA**

- 1 Sobremonte
- 3 Ischilin
- 4 parte de Tulumba
- 7 Punilla
- 8 Totoral
- 9 Colón
- 10 parte de Río Primero
- 14 Capital
- 15 Santa María
- 16 parte de Río Segundo
- 18 Calamuchita
- 19 parte de Tercero Arriba
- 20 parte de Gral. San Martín
- 24 Juárez Celman
- 25 parte de Presidente Roque Sáenz Peña
- 26 parte de Gral. Roca

**PROVINCIA DEL CHACO**

- 1 parte de Almirante Brown
- 2 parte de Gral. Güemes

**PROVINCIA DEL CHUBUT**

- 1 parte de Cushamen
- 2 Gastre
- 5 parte de Futaleufú
- 6 Languiño
- 7 Tehuelches
- 13 Río Senguer

**PROVINCIA DE FORMOSA**

- 1 Ramón Lista
- 2 Matacos

**PROVINCIA DE LA PAMPA**

- 1 Rancul
- 8 Chical Co
- 9 parte de Chalileo
- 14 Puelén

**PROVINCIA DE MENDOZA**

- 18 parte de Malargüe

**PROVINCIA DEL NEUQUEN**

- 3 Pehuenches
- 6 Añelo
- 8 Zapala
- 9 Confluencia
- 11 Catan Lil
- 12 Picún Leufú
- 14 Collón Cura

**PROVINCIA DE RÍO NEGRO**

- 1 parte de Gral. Roca
- 2 parte de El Cuy
- 6 parte de Pilcaniyeu
- 7 parte de 25 de Mayo
- 13 parte de Ñorquinco

**ZONA 1 (continuación)**

**PROVINCIA DE SALTA**

5 parte de Rivadavia

**PROVINCIA DE SAN LUIS**

8 parte de Gral. Pedernera

9 Gobernador Dupuy

**PROVINCIA DE SANTA CRUZ**

1 Lago Buenos Aires

3 Río Chico

5 Lago Argentino

7 Güer Aike

**PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**

1 parte de Pellegrini

2 parte de Copo

3 parte de Alberdi

4 Jimenez

5 Río Hondo

6 Banda

7 Figueroa

9 Guasayan

10 Capital

11 Robles

12 Silípica

13 San Martín

16 Choya

17 Loreto

18 Atamisqui

22 parte de Ojo de Agua

**PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO,  
ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO  
SUR**

1 parte de Río Grande

2 parte de Ushuaia



## ZONA 2

### **PROVINCIA DE CATAMARCA**

En su totalidad

### **PROVINCIA DE CÓRDOBA**

- 5 Cruz del Eje
- 6 Minas
- 12 Pocho
- 13 San Alberto
- 17 San Javier

### **PROVINCIA DEL CHUBUT**

- 1 parte de Cushamen
- 5 parte de Futaleufú

### **PROVINCIA DE JUJUY**

- 1 Santa Catarina
- 2 Yaví
- 3 Rinconada
- 4 Cochinoca
- 5 Susques
- 6 Humahuaca
- 7 parte de Tumbaya

### **PROVINCIA DE LA RIOJA**

- 3 Famatina
- 4 San Bias de los Sauces
- 5 Castro Barros
- 6 Arauco
- 8 Chilecito
- 9 Sanagasta
- 10 Capital
- 11 parte de Independencia
- 12 Gral. Angel V. Peñaloza

### **PROVINCIA DE LA RIOJA (continuación)**

- 13 Gobernador Gordillo
- 14 parte de Gral. Juan Facundo Quiroga
- 15 Gral. Belgrano
- 16 Gral. Ocampo
- 17 parte de Rosario Vera Peñaloza
- 18 Gral. San Martín

### **PROVINCIA DE MENDOZA**

- 13 parte de La Paz
- 16 parte de San Rafael
- 17 Gral. Alvear
- 18 parte de Malargüe

### **PROVINCIA DEL NEUQUÉN**

- 1 Minas
- 2 Chos Malal
- 4 Ñorquín
- 5 Loncopué
- 7 Picunches
- 10 Alumine
- 13 Huiliches
- 15 Lácar
- 16 Los Lagos

### **PROVINCIA DE RÍO NEGRO**

- 6 parte de Pilcaniyeu
- 12 Bariloche
- 13 parte de Ñorquinco

**ZONA 2 (continuación)**

**PROVINCIA DE SALTA**

- 1 Santa Victoria
- 2 Iruya
- 4 Gral. José de San Martín
- 5 parte de Rivadavia
- 6 Los Andes
- 7 La Poma
- 8 parte de Rosario de Lerma
- 11 parte de Anta
- 12 Cachi
- 16 Molinos
- 17 San Carlos
- 18 parte de La Viña
- 19 parte de Guachipas
- 21 Cafayate
- 22 Candelaria
- 23 Rosario de la Frontera

**PROVINCIA DE SAN LUIS**

- 1 parte de Ayacucho
- 2 Junín
- 3 parte de Belgrano
- 4 Coronel Pringles
- 5 Libertador Gral. San Martín
- 6 Chacabuco
- 7 La Capital
- 8 parte de Gral. Pedernera

**PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO**

- 1 parte de Pellegrini
- 2 parte de Copo

**PROVINCIA DE TUCUMÁN**

En su totalidad

**PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO,  
ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO  
SUR**

- 1 parte de Río Grande
- 2 parte de Usuahia

### ZONA 3

#### **PROVINCIA DE JUJUY**

- 7 parte de Tumbaya
- 8 Tilcara
- 9 Valle Grande
- 10 Capital
- 11 Ledesma
- 12 San Antonio
- 13 El Carmen
- 14 San Pedro
- 15 Santa Bárbara

#### **PROVINCIA DE LA RIOJA**

- 1 Gral. Sarmiento
- 2 Gral. La Madrid
- 7 Gral. Lavalle
- 11 parte de Independencia
- 14 parte de Gral. Juan Facundo Quiroga
- 17 parte de Rosario Vera Peñaloza

#### **PROVINCIA DE MENDOZA**

- 2 parte de Lavalle
- 10 Tupungato
- 11 Rivadavia
- 12 Santa Rosa
- 13 parte de La Paz
- 14 Tunuyán
- 15 San Carlos
- 16 parte de San Rafael

#### **PROVINCIA DE SALTA**

- 3 Orán
- 8 parte de Rosario de Lerma
- 9 La Caldera
- 10 Gral. Güemes
- 11 parte de Anta
- 13 Chicoana
- 14 Cerrillos
- 15 La Capital
- 18 parte de La Viña
- 19 parte de Guachipas
- 20 Metán

#### **PROVINCIA DE SAN JUAN**

- 1 Iglesia
- 2 Jáchal
- 3 Valle Fértil
- 14 parte de Caucete

#### **PROVINCIA DE SAN LUIS**

- 1 parte de Ayacucho
- 3 parte de Belgrano

#### **PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO, ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR**

- 1 parte de Río Grande
- 2 parte de Ushuaia

**ZONA 4****PROVINCIA DE MENDOZA**

- 1 Las Heras
- 2 parte de Lavalle
- 3 Capital
- 4 Godoy Cruz
- 5 Luján de Cuyo
- 6 Guaymallén
- 7 Maipú
- 8 San Martín
- 9 Junín

**PROVINCIA DE SAN JUAN**

- 4 Calingasta
- 5 Ullúm
- 6 Albardón
- 7 Angaco
- 8 Zonda
- 9 Rivadavia
- 10 Chimbas
- 11 Capital
- 12 Santa Lucía
- 13 San Martín
- 14 parte de Caucete
- 15 Pocito
- 16 Rawson
- 17 9 de Julio
- 18 Sarmiento
- 19 25 de Mayo



## CAPÍTULO 3. ESPECTROS DE DISEÑO Y COMBINACIÓN DE ACCIONES

### 3.0. SIMBOLOGÍA

$C_a, C_v$	parámetros característicos del espectro de diseño.
$D_i$	carga permanente, compuesta por el peso de todos los componentes estructurales o no, equipos e instalaciones fijados permanentemente a la construcción en el nivel $i$ de la construcción.
$E_i$	efecto total de la acción sísmica.
$E_H$	efecto horizontal de la acción sísmica.
$E_V$	efecto vertical de la acción sísmica (cuando corresponda se deberá considerar la sobrecarga de ocupación o de uso especificada en el Reglamento CIRSOC 101-2005, correspondiente al nivel $i$ ).
$N_a$	coeficiente de proximidad a fallas para la zona del espectro sensible a la aceleración.
$N_v$	coeficiente de proximidad de falla para zona del espectro sensible a la velocidad.
$S_a$	aceleración elástica /ordenada espectral para Estado Límite Último.
$S_{ae}$	ordenada espectral para Estado Límite de Servicio.
$S_{av}$	ordenada del espectro de diseño para acciones verticales.
$S_i$	sobrecarga de nieve según el Reglamento CIRSOC 104-2005 correspondiente al nivel $i$ .
$T$	período de vibración genérico; fundamental de la construcción.
$T_1, T_2, T_3$	períodos característicos del espectro de diseño.
$W_i$	carga gravitatoria asociada a la acción sísmica.
$a$	amplitud del pulso de aceleración.
$a_s$	ordenada al origen del espectro (aceleración máxima del suelo tipo <b>B</b> correspondiente a cada zona sísmica).

$b$	ordenada del plafón del espectro o máxima aceleración.
$f_a$	factor de amplificación por amortiguamiento distinto al 5% .
$f_v$	factor dado en la Tabla 3.3. para acción sísmica vertical.
$f_1$	factor de participación de la sobrecarga de ocupación o de uso según la Tabla 3.4.
$f_2$	factor de participación de la sobrecarga de nieve según la Tabla 3.4.
$\gamma_r$	factor de riesgo global;
$\xi$	razón de amortiguamiento estructural (% del amortiguamiento crítico).

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Los espectros de diseño se definen en el artículo 3.5. Para la aplicación del método de integración paso a paso la excitación sísmica de diseño se definirá mediante acelerogramas que cumplan los requisitos especificados en el Capítulo 7.

La influencia de la proximidad a fallas activas se considerará a través de con los coeficientes  $N_a$  y  $N_v$  que modifican los espectros de diseño, incluidos en el artículo 3.5.1.

Las masas que deben considerarse se evalúan según la sección 3.6. Las combinaciones de estados básicos de carga que incluyen la acción sísmica se presentan en este Reglamento en el artículo 3.7.

### 3.2. COMPONENTES HORIZONTALES DE LA ACCIÓN SÍSMICA

Para construcciones con sistemas sismorresistentes ubicados en dos direcciones perpendiculares, se puede considerar que las fuerzas especificadas actúan independientemente a lo largo de cada una de dichas direcciones horizontales. Cuando no se cumpla la condición anterior será suficiente aplicar la acción sísmica en dos direcciones perpendiculares y una tercera a  $45^\circ$  con las anteriores.

### 3.3. COMPONENTE VERTICAL DE LA ACCIÓN SÍSMICA

La componente vertical de la acción sísmica se superpondrá interactuando con las acciones sísmicas horizontales y acciones gravitatorias de acuerdo a lo establecido en el artículo 3.7.1.

### 3.4. NIVEL DE REFERENCIA

Es el nivel a partir del cual los movimientos son significativos. Salvo que se realice un estudio racional de la interacción suelo estructura a satisfacción de la Autoridad de Aplicación, se aplicarán los apartados siguientes.

#### 3.4.1. Nivel de referencia en edificios comunes

Es el nivel de arriostramiento de las fundaciones. Si las fundaciones tuvieran niveles distintos es el nivel de arriostramiento de las fundaciones que transmiten al suelo el 80% de las cargas gravitatorias de la construcción.

#### 3.4.2. Nivel de referencia en construcciones con subsuelos

Si la construcción tiene subsuelos rodeados por muros de hormigón colados contra el suelo, o bien cuando el relleno entre los muros y el terreno se compacte adecuadamente, se admitirá que el nivel de referencia es aquel por debajo del cual el conjunto de la construcción y el suelo pueden desarrollar una reacción horizontal equivalente a la acción sísmica total. Esta condición puede ser diferente en cada dirección.

### 3.5. ESPECTROS DE DISEÑO

#### 3.5.1. Espectros de diseño para acciones horizontales para Estado Límite Último (ELU)

Los espectros de diseño se establecen para cada zona sísmica en función de la identificación del sitio. La zonificación sísmica está definida por su aceleración efectiva ( $a_s$ ) en suelo tipo **B**. Los parámetros que definen los espectros son los coeficientes  $C_a$  y  $C_v$  que se presentan en la Tabla 3.1.

##### 3.5.1.1. Influencia de la zona sísmica y del sitio

Tabla 3.1 Valores de ( $a_s$ ),  $C_a$  y  $C_v$  para las distintas zonas sísmicas y tipos espectrales

Tipo espectral	Zona Sísmica							
	4		3		2		1	
	$a_s = 0,35$		$a_s = 0,25$		$a_s = 0,15$		$a_s = 0,08$	
	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$	$C_a$	$C_v$
1	$0,37N_a$	$0,51N_v$	$0,29N_a$	$0,39N_v$	0,18	0,25	0,09	0,13
2	$0,40N_a$	$0,59N_v$	$0,32N_a$	$0,47N_v$	0,22	0,32	0,12	0,18
3	$0,36N_a$	$0,90N_v$	$0,35N_a$	$0,74N_v$	0,30	0,50	0,19	0,26



En todos los casos:

$$N_a = 1 \quad (3.1)$$

$$N_v = 1,2 \quad (3.2)$$

$$T_2 = C_v / (2,5C_a) \quad (3.3)$$

$$T_1 = 0,2T_2 \quad (3.4)$$

$$T_3 = 2,5T_2 \quad (3.5)$$

Las ordenadas  $S_a$  del espectro elástico de aceleración para acciones horizontales de diseño para el 5 % de amortiguamiento se definen por las siguientes expresiones:

$$S_a = C_a (1 + 1,5 \cdot T / T_1) \quad \text{para } T \leq T_1 \quad (3.6)$$

$$S_a = 2,5 C_a \quad \text{para } T_1 < T \leq T_2 \quad (3.7)$$

$$S_a = C_v / T \quad \text{para } T_2 < T \leq T_3 \quad (3.8)$$

$$S_a = C_v \cdot T_3 / T^2 \quad \text{para } T > T_3 \quad (3.9)$$

$$\text{Para las Zonas 3 y 4} \quad S_a \geq 0,8a_s N_v \quad (3.10)$$

$$\text{Para las Zonas 1 y 2} \quad S_a \geq 0,11C_a \quad (3.11)$$

En estas expresiones las ordenadas espectrales se expresan como fracción de la aceleración de la gravedad y los períodos en segundos.

### 3.5.1.2. Influencia del amortiguamiento

La Tabla 3.2. proporciona la razón de amortiguamiento para los distintos tipos de construcciones. En las circunstancias indicadas en el Capítulo 11 se admitirá el valor de amortiguamiento que los procedimientos establecen con las reducciones de excitación correspondientes. Es inadmisibles superponer el amortiguamiento indicado en la Tabla 3.2. con el correspondiente al comportamiento no lineal de la construcción (ver el Capítulo 11 y los Comentarios al Capítulo 6).

**Tabla 3.2. Valores de amortiguamiento según las características de las construcciones**

<i>Tipo de construcción</i>	$\xi$
Tuberías de acero	1 %
Construcciones corrientes de hormigón armado o pretensado, madera, mampostería, acero	5 %
Construcciones o componentes de acero sin elementos que incrementen el amortiguamiento	2 %

Para amortiguamientos distintos al 5% del crítico, se aplican las expresiones siguientes:

$$S_a = C_{as_a} + \left( 2,5 f_a C_a b - C_{as_a} \right) T / T_1 \quad \text{para } T \leq T_1 \quad (3.12)$$

$$S_a = 2,5 f_a C_a b \quad \text{para } T_1 < T \leq T_2 \quad (3.13)$$

$$S_a = [1 + (f_a - 1) T_2 / T] 2,5 C_a [b(T_2 / T)] \quad \text{para } T_2 < T \leq T_3 \quad (3.14)$$

$$S_a = 2,5 C_a f_a b T_2 T_3 / T^2 \quad \text{para } T > T_3 \quad (3.15)$$

$$f_a = [5 / \xi]^{0,4} \text{ factor de amplificación por amortiguamiento } \neq 5 \% \quad (3.16)$$

### 3.5.2. Acciones Sísmicas Verticales para Estado Límite Último (ELU)

Los espectros para las acciones sísmicas verticales se obtendrán multiplicando las ordenadas espectrales para acciones sísmicas horizontales por un factor  $f_v$  establecido en la Tabla 3.3. en función de la zona sísmica:

$$S_{av} = f_v S_a \quad (3.17)$$

**Tabla 3.3. Factor  $f_v$**

<i>Zona Sísmica</i>	$f_v$
4	0,6
3	0,6
2	0,5
1	0,4
0	0,4

### 3.5.3. Espectro de diseño de acciones sísmicas horizontales para Estado Límite de Servicio (ELS)

Cuando la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación, o el presente Reglamento lo requiera se define el espectro para Estado Límite de Servicio  $S_{ae}$  a partir del espectro para Estado Límite Ultimo (ELU) dadas en el artículo 3.5.1.2.1.

$$S_{ae(T)} = S_{a(T)} / 6 \quad (3.18)$$

## 3.6. ACCIONES GRAVITATORIAS A CONSIDERAR PARA EVALUAR LA ACCIÓN SÍSMICA

Las acciones gravitatorias a considerar para la determinación de las acciones sísmicas se componen de las cargas permanentes y de una fracción de las acciones accidentales o de servicio. Estas cargas gravitatorias se tendrán en cuenta tanto para la determinación de las características dinámicas de la construcción como para la evaluación de las deformaciones y sollicitaciones originadas por la excitación sísmica.

En general las cargas gravitatorias están distribuidas pero a los fines de la aplicación de este Reglamento se pueden considerar concentradas en puntos apropiados que dependen de las características de la construcción.

La carga gravitatoria asociada a la acción sísmica actuante en un punto  $i$  cualquiera se determina mediante:

$$W_i = D_i + \sum f_1 L_i + f_2 S_i \quad (3.19)$$

El factor de simultaneidad para sobrecargas de uso y accidentales se especifica en la Tabla 3.4.

### 3.6.1. Edificios comunes

En los edificios comunes se puede considerar que las masas están concentradas al nivel de los diafragmas horizontales rígidos (entrepisos y cubiertas), en el centro de gravedad correspondiente. Para el primer diafragma o entrepiso sólo será necesario considerar las masas ubicadas por encima del medio nivel inicial. El peso de los elementos salientes del último nivel de un edificio (altillos, buhardillas, tanques, chimeneas, antenas, etc.) se podrá considerar aplicado en el último nivel si su incidencia es hasta el **25 %** del peso total del nivel. En este caso debe aplicarse a los elementos salientes el Capítulo 10 referido a, partes de la construcción. Cuando no se cumpla la condición anterior deberán considerarse niveles o masas adicionales.

### 3.6.2. Discretización de masas en las construcciones en general

Se podrá suponer que un grupo de cargas gravitatorias está concentrado en el centro de gravedad del conjunto siempre que los corrimientos relativos sean insignificantes para el intercambio de energía. Esta condición se considera cumplida si el corrimiento relativo entre los puntos de aplicación de las cargas es inferior al **10 %** del corrimiento del centro de gravedad del conjunto para acciones en la dirección en estudio, en cada masa y proporcionales al peso de cada masa.

**Tabla 3.4. Factor de simultaneidad para sobrecargas de uso y accidentales**

<b>Carga de ocupación o de uso (<math>L</math>)</b>	<b><math>f_1</math></b>
La sobrecarga de servicio sólo actúa excepcionalmente, por ejemplo en cubiertas o azoteas accesibles sólo con fines de mantenimiento.	0
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga de servicio es reducida, por ejemplo locales donde no es frecuente la aglomeración de personas o cosas: edificios para vivienda, hoteles, oficinas, hoteles, edificios para cocheras, etc.	0,25
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga es intermedia, por ejemplo locales en los que es frecuente la aglomeración de personas o cosas: edificios públicos, grandes tiendas, templos, cines, teatros, escuelas, hoteles, etc.	0,50
La probabilidad de ocurrencia de la sobrecarga total es elevada, por ejemplo: depósitos, edificios para archivos, etc.	0,75
Normalmente está presente la totalidad de la sobrecarga de servicio, por ejemplo: tanques, silos, depósitos destinados a estar llenos la mayor parte del tiempo, etc.	1,00
Verificación local de partes de la construcción, salvo que la sobrecarga sea equilibrante	1,00
Cargas de nieve ( <b>S</b> ) sólo en las zonas que especifica el Reglamento CIRSOC 104-2005.	<b><math>f_2</math></b>
Cubiertas que no permitan la evacuación de la nieve	0,70
Otros casos	0,20
<b>Atención:</b> Si la construcción analizada no está incluida en esta Tabla, el Proyectista Estructural deberá proponer el valor del factor considerando la probabilidad de simultaneidad con el terremoto de diseño.	

### 3.7. COMBINACIÓN DE ACCIONES

#### 3.7.1. Estados límites últimos

Las combinaciones de acciones que incluyan el efecto sísmico se definirán por:

$$1,00 D_i \pm 1,00 E_i + f_1 L_i + f_2 S_i \quad (3.20)$$

$$E_i = E_H + E_V \quad (3.21)$$

En las expresiones anteriores se entiende que la suma se refiere a la suma de efectos.

#### 3.7.2. Estados límite de servicio

La verificación de la construcción para Estado Límite de Servicio incluyendo la acción sísmica es obligatoria para todas las construcciones del grupo **A<sub>0</sub>** o cuando así lo requiera la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación.

### **3.7.3. Movimientos diferenciales de apoyos**

En los casos previstos por el artículo 9.2.4.4 se deben considerar los efectos de movimientos diferenciales de apoyo provenientes de la acción sísmica.

### **3.7.4. Verificación de otros estados de cargas**

La construcción debe ser verificada para los estados de carga que no incluyen la acción sísmica, de acuerdo con las exigencias de los respectivos reglamentos sobre materiales.

### **3.7.5. Simultaneidad de viento y sismo**

No se requiere considerar la simultaneidad de viento y sismo.

# CAPÍTULO 4. VERIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE LA SEGURIDAD SÍSMICA

## 4.0. SIMBOLOGÍA

- C** coeficiente sísmico de diseño.
- C<sub>n</sub>** coeficiente sísmico normalizado.
- V<sub>o</sub>** esfuerzo de corte en la base de la construcción paralelo a la dirección analizada.
- W** carga gravitatoria total de la construcción sobre el nivel de base.
- W<sub>i</sub>** carga gravitatoria supuesta concentrada en el nivel *i*.
- Y<sub>k</sub>** distancia mínima entre cualquier parte de la construcción y el plano medio del espacio de separación.
- γ<sub>r</sub>** factor de riesgo.

## 4.1. LIMITES DE APLICACIÓN

Las estructuras de las construcciones comprendidas en este Capítulo deberán satisfacer los requerimientos de los Capítulos 1 a 3, 8, 9 y 10 de este Reglamento que no sean expresamente modificados por el presente Capítulo 4.

### 4.1.1. Condiciones geométricas

Los procedimientos aproximados para la determinación de las acciones sísmicas y de análisis estructural que se establecen en este Capítulo 4, son aplicables a los edificios comunes que cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

- La relación de la altura a la dimensión mínima del rectángulo que circunscribe la planta es menor o igual que **1**.
- La relación entre el lado mayor y el lado menor del rectángulo que circunscribe la planta es menor o igual que **2**.
- En alguna dirección existen muros exteriores resistentes a fuerzas horizontales paralelos o casi paralelos que están conectados a las losas o diafragmas un mínimo de **0,5** de la longitud de la planta en la dirección de esos muros. Al menos dos de ellos deben estar en lados opuestos.

- d) En la dirección estudiada existe al menos un muro resistente a fuerzas horizontales que está unido a las losas o diafragmas en al menos **0,8** de la longitud de la planta en esa dirección o dos muros conectados un mínimo de **0,5** de dicha longitud.
- e) Los muros mencionados en c) y d) son continuos en toda la altura de la construcción y su longitud mínima es igual a **1,5** veces la altura.
- f) La construcción tiene hasta dos pisos y hasta **7 m** de altura máxima.
- g) La distancia entre el centro de gravedad de las secciones horizontales de los muros resistentes y el centro de gravedad de las masas de cada nivel es igual a la mitad de la distancia entre los muros aludidos en c).

#### 4.1.2. Tipo de construcción y estructuras

Los procedimientos simplificados se aplican a construcciones formadas por planos verticales sismorresistentes compuestas por muros de hormigón (armado o simple) colado en sitio o de mampostería según la Parte III de este Reglamento. Estos muros deben estar conectados por al menos un diafragma rígido, según se especifica en el Capítulo 9.

Si el nivel superior de la construcción no está conectado por un diafragma rígido entonces todos los componentes de ese nivel deben ser considerados parte de construcción y verificados como tales. En ese caso, si el peso conjunto de los componentes supera el **25%** del peso total de la construcción el procedimiento simplificado es inaplicable.

## 4.2. VERIFICACIÓN SIMPLIFICADA

### 4.2.1. Coeficiente sísmico de diseño

El coeficiente sísmico de diseño para sitios clases A, B, C y D de forma simplificada se determina por la siguiente expresión:

$$C = C_n \gamma_r \quad (4.1)$$

siendo:

**C** el coeficiente sísmico de diseño.

**C<sub>n</sub>** el coeficiente sísmico normalizado según la Tabla 4.1.

**γ<sub>r</sub>** el factor de riesgo, según el artículo 2.4.

**Tabla 4.1. Coeficiente sísmico normalizado C<sub>n</sub> en función de la zona sísmica**

<b>Zona Sísmica</b>	<b>C<sub>n</sub></b>
1	0,16
2	0,25
3	0,29
4	0,33

#### 4.2.2. Resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base de la construcción

La resultante de las fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica operante según la dirección de análisis considerada se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V_o = C W \quad (4.2)$$

donde:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i \quad (4.3)$$

siendo:

- $V_o$  el esfuerzo de corte en la base de la construcción paralelo a la dirección analizada.
- $C$  el coeficiente sísmico de diseño, según se indica en el artículo 4.2.1.
- $W_i$  la carga gravitatoria supuesta concentrada en el nivel  $i$ , determinada según el Capítulo 3.

#### 4.2.3. Verificación de la seguridad estructural

Es suficiente evaluar la capacidad a corte de los muros comprendidos en las especificaciones dadas en el artículo 4.1.1. para cada dirección y compararla con el esfuerzo de corte en la construcción,  $V_o$ . Si la capacidad a corte es mayor o igual que el esfuerzo de corte de diseño la construcción se considera segura. Se debe verificar la seguridad de las conexiones entre los muros y las losas o diafragmas.

### 4.3. DEFORMACIONES

No es necesario estudiar las deformaciones de las construcciones comprendidas dentro de la verificación simplificada.

Cuando se aplique este procedimiento simplificado la construcción deberá estar separada de las construcciones vecinas por juntas de libre movimiento que cumplan los requerimientos constructivos indicados en el Capítulo 8. La distancia mínima entre cualquier parte de la construcción y el plano medio del espacio de separación deberá ser:

$$Y_k \geq 2,5cm \quad (4.4)$$





# CAPÍTULO 5: REDUCCIÓN DE ACCIONES POR COMPORTAMIENTO ÚLTIMO

## 5.0. SIMBOLOGÍA

- $A$  grado de acoplamiento de tabiques.
- $H$  altura total de la estructura, desde el nivel de referencia al último nivel.
- $L_{ei}$  distancia entre rótulas plásticas del componente que plastifica.
- $M_i$  momento del tabique  $i$  en la base.
- $M_o$  momento de vuelco total en la base del sistema de tabique acoplado.
- $P_n$  capacidad nominal a compresión simple.
- $P_u$  carga axial actuante.
- $P_{uj}$  carga axial inducida en los tabiques o columnas por las vigas de acoplamiento, debida a la acción de cargas horizontales solamente.
- $R$  factor de reducción global.
- $R_o$  factor de reducción por tipo de elemento.
- $h_i$  altura del piso.
- $h_p$  dimensión de la sección transversal de la columna en la dirección de análisis.
- $h_w$  altura total del tabique o muro.
- $l_p$  longitud equivalente de la rótula plástica.
- $l_w$  longitud de tabique o muro.
- $\mu_\phi$  razón de ductilidad de curvatura de la sección.

## 5.1. FACTOR DE REDUCCIÓN

El factor de reducción  $R$  toma en cuenta el comportamiento en estado último de la construcción en su conjunto para la determinación de las acciones sísmicas de diseño. El valor de  $R$  podrá diferir para cada una de las direcciones de análisis de la construcción.

### 5.1.1. Determinación del factor de reducción global

El factor de reducción se indica en la Tabla 5.1. (5.1)

### 5.1.2. Construcciones cuyo destino requiere comportamiento elástico

El Propietario o el Proyectista Estructural pueden optar por un diseño elástico, en cuyo caso se adoptará un factor:

$$R = 1,25 \quad (5.2)$$

**Tabla 5.1. Factor de reducción  $R$**

	<i>Tipo Estructural</i>	<i>R</i>
1	Tabiques de hormigón armado acoplados (A = Grado de acoplamiento) <b>(a)</b>	$5/z \leq (3A + 4)/z \leq 6/z$
2	Tabiques aislados de hormigón armado <b>(a)</b>	$4/z$
3	Mampostería de Ladrillos Macizos, Huecos o Bloques de Hormigón con los huecos rellenos con hormigón o mortero <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encadenada</li> <li>• Encadenada y Armada</li> <li>• Reforzada con Armadura Distribuida</li> </ul>	<b>2,5</b> <b>2,5</b> <b>3,5</b>
4	Mampostería de Ladrillos Huecos o Bloques de Hormigón sin rellenar <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encadenada</li> <li>• Encadenada y Armada</li> <li>• Reforzada con Armadura Distribuida</li> </ul>	<b>1,5</b> <b>2,0</b> <b>2,5</b>
5	Paneles de madera	<b>3,0</b>
6	Pórticos Sismorresistentes de Hormigón Armado <b>(b)</b>	$12r_v \leq 6$
7	Pórticos Sismorresistentes de Acero No Arriostrados Especiales	<b>6,0</b>
	Pórticos Sismorresistentes de Acero No Arriostrados Intermedios	<b>4,5</b>
	Pórticos Sismorresistentes de Acero No Arriostrados Convencionales	<b>3,0</b>
	Pórticos Sismorresistentes de Acero Especiales con Vigas Reticuladas	<b>5,0</b>

**Tabla 5.1. Factor de reducción  $R$  (continuación)**

	<b>Tipo Estructural</b>	<b><math>R</math></b>
8	Pórticos Sismorresistentes de Acero Arriostrados Concéntricamente Especiales	<b>4,5</b>
	Pórticos Sismorresistentes de Acero Arriostrados Concéntricamente Convencionales	<b>3,5</b>
	Pórticos Sismorresistentes de Acero Arriostrados Excéntricamente	<b>6,0</b>
8	Sistemas Duales:  Pórticos Sismorresistentes No Arriostrados Especiales capaces de resistir al menos el <b>25 %</b> del Corte Basal combinados con:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pórticos Sismorresistentes Especiales Arriostrados Concéntricamente</li> <li>• Pórticos Sismorresistentes Convencionales Arriostrados Concéntricamente</li> <li>• Pórticos Sismorresistentes Arriostrados Excéntricamente</li> </ul>	       <b>6</b>  <b>4,5</b>  <b>6</b>
8	Pórticos Sismorresistentes No Arriostrados Intermedios capaces de resistir al menos el <b>25 %</b> del Corte Basal combinados con:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pórticos Sismorresistentes Especiales Arriostrados Concéntricamente</li> <li>• Pórticos Sismorresistentes Convencionales Arriostrados Concéntricamente</li> </ul>	       <b>4,5</b>  <b>3,5</b>
9	Columnas aisladas de hormigón o acero  <b><math>P_n / P_u \leq 0,10</math></b> <b><math>P_n / P_u &gt; 0,10</math></b>	       <b>3,5</b> <b>3,0</b>
10	Columnas aisladas de madera	<b>3,0</b>
11	Estructuras con tornapuntas	<b>3,0</b>
<b>Notas aclaratorias:</b>		
a)	Grado de acoplamiento $A = (M_o - \sum_{i=1}^n M_i) / M_o$	<b>(5.3)</b>
	siendo: <b><math>M_o</math></b> Momento de vuelco total en la base del sistema de tabiques debido a las mismas cargas utilizadas para la determinación de N:	
	$M_o = \sum_{i=1}^{nT} M_j + \sum_{j=1}^{nT} P_{uj} s_j + \sum_{k=1}^{nc} M_k$	<b>(5.4)</b>
	$1,0 \leq z = 2,50 - 0,50A_r \leq 2,0$ ;	
	$A_r = \text{relación de aspecto} = h_w / l_w$	
b)	$r_v = 12$ veces la relación entre la capacidad al corte de las columnas elásticas y el corte total de piso a desarrollar	

## 5.2. FACTOR DE REDUCCIÓN POR TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL

La Tabla 5.1. establece los factores de reducción por el tipo estructural  $R$  correspondiente a los elementos sismorresistentes. La utilización de los factores de reducción que se indican en el artículo 5.2.1. supone que para cada material se aplican las disposiciones y detalles constructivos indicados en las **Partes II, III, IV y V** de este Reglamento.

### 5.2.1. Factor de reducción $R$ para estructuras compuestas por elementos distintos

En la expresión 5.1. se empleará, alternativamente:

- a) El mínimo valor de  $R$  correspondiente a todos los elementos de la dirección analizada.
- b) El promedio ponderado de los valores de todos los elementos. Como factor de ponderación se utilizará la resistencia de los elementos.
- c) En estructuras formadas por pórticos y tabiques de hormigón armado se podrá aplicar el criterio establecido en la Parte II de este Reglamento.

# CAPÍTULO 6. MÉTODO ESTÁTICO

## 6.0. SIMBOLOGÍA

$A_B$	superficie de la planta.
$A_{wi}$	área del tabique $i$ .
$C$	coeficiente sísmico de diseño.
$C_u$	coeficiente para límite superior del período calculado.
$C_r$	coeficiente para la determinación del período fundamental aproximado.
$F_k$	fuerza sísmica horizontal en el nivel $k$ .
$F_v$	fuerza sísmica vertical.
$F_{vup}$	fuerza sísmica vertical hacia arriba.
$H$	altura total de la construcción desde el nivel de referencia.
$I_{mi}$	momento de inercia de la masa $i$ alrededor del eje horizontal de rotación.
$L_{wi}$	largo del tabique $i$ .
$L$	Longitud del edificio en la dirección considerada.
$M_{ci}$	momento de la cupla de eje horizontal aplicada en el <b>c.g.</b> de la masa $i$ .
$M_{ta k}$	momento torsor accidental en el nivel $k$ .
$N_s$	número de niveles.
$R$	factor de reducción global (Capítulo 5).
$S_a$	ordenada espectral para el Estado Límite Último (Capítulo 3).
$T_a$	período fundamental aproximado (Capítulo 3).
$V_o$	esfuerzo de corte en la base de la construcción.

<b><math>W</math></b>	carga gravitatoria total de la construcción sobre el nivel de referencia; carga gravitatoria asociada a un componente estructural en estudio según el Capítulo 3. <b><math>W_i</math></b> , o <b><math>W_k</math></b> , cargas gravitatorias supuestas concentradas en las masas o niveles <b><math>i</math></b> ó <b><math>k</math></b> , respectivamente, según el Capítulo 3.
<b><math>a_s</math></b>	aceleración efectiva del suelo correspondiente a cada zona sísmica.
<b><math>d_e</math></b>	deformación elástica.
<b><math>d_u</math></b>	deformación última.
<b><math>e_a</math></b>	excentricidad accidental.
<b><math>f_v</math></b>	factor de esfuerzo sísmico vertical.
<b><math>h_k</math></b>	altura de la masa <b><math>k</math></b> medida desde el nivel de referencia.
<b><math>h_n</math></b>	altura sobre el nivel de referencia de la parte más alta de la construcción.
<b><math>h_{wi}</math></b>	altura del tabique <b><math>i</math></b> .
<b><math>n</math></b>	número de tabiques de la construcción que aportan resistencia a fuerzas laterales en la dirección de estudio.
<b><math>r_i</math></b>	radio de giro de la masa <b><math>i</math></b> con relación al eje horizontal que pasa por el <b><math>c.g.</math></b> de la masa y es perpendicular a la dirección analizada.
<b><math>u_i</math></b>	desplazamiento en el nivel o punto <b><math>i</math></b> debido a las fuerzas horizontales normalizadas <b><math>F_i</math></b> .
<b><math>x</math></b>	coeficiente para calcular el período fundamental aproximado.
<b><math>\delta_{si}</math></b>	desplazamiento absoluto de la masa <b><math>i</math></b> .
<b><math>\gamma_r</math></b>	factor de riesgo (Capítulo 2).
<b><math>\theta_i</math></b>	rotación de la masa <b><math>i</math></b> .

## 6.1. ACCIONES SÍSMICAS

La acción sísmica se considera equivalente a la acción de un sistema de fuerzas, paralelo a la dirección analizada y aplicada en los centros de las masas que conforman el modelo estructural. La resultante de ese sistema y la distribución de fuerzas se determinan según lo establecido en este capítulo.

## 6.2. ACCIONES HORIZONTALES

6.2.1. Resultante de las fuerzas horizontales equivalentes o esfuerzo de corte en la base:

$$V_o = C W \quad (6.1)$$

$$W = \sum_{i=1}^n W_i \quad (6.2)$$

### 6.2.2. Período fundamental de vibración de la estructura

El período a considerar para la determinación del coeficiente sísmico es el período traslacional en la dirección considerada.

Este período se determinará considerando las propiedades de la estructura en la dirección que se examina y aplicando los procedimientos de la dinámica estructural o alternativamente en edificios regulares o con irregularidad media de acuerdo con el artículo 6.2.2.2.

La modelación para el análisis reflejará en forma adecuada la distribución de masas y rigideces. Se supondrá que la estructura funciona en el campo elástico lineal.

Las características a utilizar del suelo de fundación serán compatibles con los niveles de deformación asociados al terremoto de diseño y tendrán en consideración el estado tensional inducido por las acciones gravitatorias simultáneas.

Las características de los distintos materiales serán las establecidas por los reglamentos correspondientes para acciones de corta duración. En construcciones de hormigón o de mampostería se adoptarán las características de las secciones fisuradas, de acuerdo con las Partes II y III de este Reglamento.

El período calculado no excederá del valor  $C_u T_a$ , donde  $C_u$  se establece en la Tabla 6.1. y  $T_a$  se determinará según el artículo 6.2.2.1.

**Tabla 6.1. Coeficiente para el límite superior del período calculado**

$a_s$	$C_u$
$\geq 0,35$	1,40
0,25	1,45
0,15	1,60
$\leq 0,08$	1,70
Pueden interpolarse valores intermedios	



### 6.2.2.1. Determinación del período fundamental aproximado

El período fundamental aproximado  $T_a$ , en segundos, será determinado según la siguiente expresión:

$$T_a = C_r (H)^x \quad (6.3)$$

Los valores de  $C_r$  y  $x$  se obtienen de la Tabla 6.2.

**Tabla 6.2. Valores de  $C_r$  y  $x$  para la determinación aproximada del período fundamental**

Tipo Estructural	$C_r$	$x$
Sistemas tipo pórtico de acero que resisten el <b>100%</b> del corte basal requerido sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0724	0,8
Sistemas tipo pórtico de hormigón armado que resisten el <b>100%</b> del corte basal sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0466	0,9
Sistemas tipo pórticos de acero con diagonales excéntricas o diagonales de pandeo restringido.	0,0731	0,75
Otros sistemas estructurales	0,0488	0,75

### 6.2.2.2. Determinación alternativa del período fundamental aproximado $T_a$

Alternativamente, el período fundamental aproximado  $T_a$  puede determinarse según las siguientes expresiones:

Para mampostería y tabiques de hormigón armado se permite su determinación mediante las siguientes expresiones:

$$T_a = \frac{0,0062}{\sqrt{C_w}} h_n \quad (6.5)$$

donde:

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^n \left( \frac{h_n}{h_{wi}} \right)^2 \left[ \frac{A_{wi}}{1 + 0,83 \left( \frac{h_{wi}}{L_{wi}} \right)^2} \right] \quad (6.6)$$

### 6.2.3. Coeficiente sísmico de diseño

Se determina mediante la expresión:

$$C = S_a \gamma_r / R \quad (6.7)$$

### 6.2.4. Distribución de las fuerzas sísmicas horizontales

#### 6.2.4.1. Distribución en altura de las fuerzas sísmicas horizontales

La fuerza sísmica horizontal  $F_k$  aplicada en el baricentro de la carga gravitatoria  $W_k$  ubicada en el nivel  $k$ , se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_k = W_k h_k V_o / \sum_{i=1}^n W_i h_i \quad (6.8)$$

Cuando el período fundamental  $T$  resulte mayor que  $2T_2$ , la distribución en altura se realizará mediante las siguientes expresiones:

- para masas intermedias:

$$F_k = 0,9 W_k h_k V_n / \sum_{i=1}^n W_i h_i \quad (6.9)$$

- para la última masa:

$$F_n = (0,9 W_n h_n / \sum_{i=1}^n W_i h_i + 0,1) V_o \quad (6.10)$$

#### 6.2.4.2. Distribución horizontal de las fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas se distribuirán entre los elementos verticales de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 8.

#### 6.2.4.3. Torsión Accidental

Debe considerarse un momento torsor accidental  $M_{ta_k}$  que se determinará en cada nivel con la siguiente expresión:

$$M_{ta_k} = F_k e_a \quad (6.11)$$

donde:

$F_k$  debe obtenerse de acuerdo con el artículo 6.2.4.1.

$e_a$  debe obtenerse de la Tabla 6.3. en función de la irregularidad torsional.

**Tabla 6.3. Excentricidad Accidental**

<i>Irregularidad Torsional (Ver Tabla 2.3.)</i>	<i>Excentricidad Accidental <math>e_a</math></i>
Estructura regular o con irregularidad torsional baja	0 (cero)
Estructura con irregularidad torsional media	+/- 5% de la longitud de la planta perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas
Estructura con irregularidad torsional extrema	<i>Zona Sísmica 3 y 4</i> Inadmisibile. Rediseño de la estructura
	<i>Zona Sísmica 1 y 2</i> +/- 10% de la longitud de la planta perpendicular a la dirección de aplicación de las fuerzas

### 6.3. ACCIONES VERTICALES

Se considerarán fuerzas sísmicas verticales en las siguientes estructuras:

- Voladizos, balcones y aleros
- Vigas de hormigón pretensado con luces superiores a **10 m** y esbelteces geométricas ( $L/h$ ) superiores a **20**. Losas de hormigón pretensado con luz superior a **8 m** y esbeltez geométrica superior a **30**.
- Estructuras que apean columnas o similares, siempre que no corresponda la aplicación de métodos dinámicos. Se evaluarán del siguiente modo:

$$F_v = \pm f_v S_a \gamma_r / R W \quad (6.12)$$

En el caso a) la fuerza vertical resultante hacia arriba no será inferior a la calculada superponiendo el valor dado por la expresión anterior con la carga gravitatoria:

$$F_{vup} = -0,25 f_v C W \quad (6.13)$$

- Estructuras sensibles a acciones verticales, estructuras con salientes, etc., no incluidas en a), b) o c), con período de vibración vertical comprendido entre **0,2 y 1,2 seg**. Las fuerzas verticales se determinarán mediante un análisis dinámico en el que se

consideren los grados de libertad correspondientes y el espectro de diseño vertical definido en el Capítulo 3. Ese análisis dinámico puede limitarse a la parte de la estructura afectada y a sus vínculos adecuadamente modelados.

## 6.4. INFLUENCIA DE ROTACIONES DE EJE HORIZONTAL DE LAS MASAS

Cuando las masas tengan inercia rotacional significativa y se produzcan rotaciones de eje horizontal en ellas como consecuencia de las deformaciones de la estructura se debe considerar la influencia de los grados de libertad rotacionales. Este es el caso de estructuras “tipo péndulo invertido”, en las que la masa está concentrada en el extremo de un soporte y puede tener dimensiones considerables. Por ejemplo: tanques hongo, torres antena con equipos pesados en la cima, tanques sobre un soporte único.

### 6.4.1. Casos de consideración obligatoria

Es obligatorio considerar dicha influencia si, aplicando las fuerzas estáticas definidas en el artículo 6.1., se tiene:

$$\sum_{i=1}^n I_{m_i} \theta_i^2 > 0,1 \sum_{i=1}^n W_i \delta_{si}^2 \quad (6.14)$$

### 6.4.2. Evaluación estática de la influencia rotacional

Si el sistema tiene hasta dos masas se puede hacer el análisis estático. Para tomar en cuenta la influencia de la rotación se aplicará una cupla de eje horizontal en cada masa con el mismo sentido que el giro de la masa, determinada por la siguiente expresión:

$$M_{ci} = 1,5 F_i r_i^2 \theta_i / \delta_{si} \quad (6.15)$$

En todo otro caso se debe realizar un análisis dinámico en cuyo modelo se incluirán los grados de libertad rotacionales que correspondan.

## 6.5. DEFORMACIONES

Las deformaciones se computarán de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 8.

## 6.6. PARTE DE LA CONSTRUCCIÓN

El análisis de estabilidad, resistencia, anclajes y conexiones de los componentes de la construcción se efectuará de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 10.



# CAPÍTULO 7. MÉTODOS DINÁMICOS

## 7.0. SIMBOLOGÍA

$C_a$	ordenada al origen del espectro de aceleraciones de diseño.
$C_m$	coeficiente sísmico correspondiente al modo m.
$R_m$	factor de reducción correspondiente al período del modo m.
$S_{am}$	ordenada espectral correspondiente al período del modo m.
$V_{DoD}$	corte basal obtenido de un análisis dinámico.
$V_{EoE}$	corte basa obtenido del método estático.
$T$	período fundamental natural de vibración.
$a_{máx}$	aceleración máxima de un acelerograma.
$d_e$	deformación elástica.
$d_u$	deformación última.
$g$	aceleración de la gravedad.
$\gamma_d$	factor de riesgo correspondiente a la construcción.

## 7.1. PROCEDIMIENTO MODAL ESPECTRAL

El procedimiento modal espectral consiste en el análisis de un modelo matemático lineal de la estructura para determinar las máximas aceleraciones, fuerzas y desplazamientos máximos resultantes de la respuesta dinámica al movimiento del suelo representado por un espectro de respuesta de diseño.

### 7.1.1. Aplicación de la excitación sísmica

La excitación sísmica se supondrá actuando en los apoyos del modelo vibratorio, según las direcciones indicadas en el Capítulo 3.

### 7.1.2. Determinación de los modos naturales de vibración

Para la determinación de los modos naturales de vibración, se admitirá que los materiales se comportan en forma lineal elástica. Para la rigidez de elementos de hormigón y mampostería se considerarán las secciones fisuradas de acuerdo con lo establecido en las Partes II y III de este Reglamento.

### 7.1.3. Modelo vibratorio de análisis

Para propósito de análisis se permite considerar a la estructura con base fija o bien considerando la deformabilidad del suelo de fundación.

Deberá incluir un número de grados de libertad dinámica acorde con las características de la estructura para representar convenientemente los modos naturales más significativos de la respuesta dinámica. Las masas asociadas a los grados de libertad se determinarán según lo establecido en el Capítulo 3.

El modelo estructural será espacial. En estructuras con diafragmas rígidos incluirá dos grados de libertad traslacionales y un grado de libertad rotacional por diafragma. Las estructuras sin diafragmas rígidos deberán modelarse con grados de libertad adicionales para representar la influencia de los movimientos relativos entre las masas.

Las masas en estructuras de edificios se podrán discretizar en los niveles de losas de entrepiso y cubierta y, cuando se considere la interacción suelo estructura, a nivel de platea o manto de fundación.

Los grados de libertad dinámicos asociados con rotaciones alrededor de ejes horizontales deberán ser especialmente tenidos en cuenta en las estructuras que requieran la consideración del acoplamiento dinámico entre desplazamientos verticales y horizontales para su evaluación. Se empleará la condición establecida en el artículo 6.4. para determinar esa necesidad.

El modelo analítico debe incluir todos los elementos que puedan restringir la deformación de la construcción, sean reglamentariamente considerados estructurales o no. (Ver el artículo 8.3.)

### 7.1.4. Determinación de la respuesta

Para la determinación de la respuesta puede aplicarse cualquier procedimiento, siempre que esté fundado en los principios de la dinámica estructural. El Proyectista Estructural debe justificar la aplicabilidad del método, la validez del modelo y la validez de los resultados.

La ordenada espectral para cada modo se determinará mediante:

$$\text{ordenada espectral} = S_{am} \gamma_{dr} / R \quad (7.1)$$

### 7.1.5. Modos a considerar

Se incluirán todos los modos significativos. Esta condición es satisfecha si los modos considerados representan la contribución de al menos el **90 %** de la masa total de la construcción para cada una de las direcciones analizadas.

### 7.1.6. Superposición modal

Para obtener el efecto total en una dirección de análisis, se utilizará el procedimiento de superposición cuadrática completa (CQC). Si los períodos de los modos a superponer están separados más del **10 %** del valor sucesivo se puede aplicar la superposición cuadrática simple (SSRS: raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los efectos modales).

### 7.1.7. Esfuerzo de corte mínimo

Cuando el corte basal obtenido mediante el análisis modal espectral sea inferior al **75 %** del corte basal obtenido por el método estático, el corte de basal de diseño se obtendrá modificando los parámetros de respuesta por el factor:

$$(0,75 V_{EoE} / V_{DoD}) \quad (7.2)$$

### 7.1.8. Consideración de los efectos torsionales

Para cada dirección de análisis, los efectos torsionales se tendrán en cuenta mediante el desplazamiento de las masas una distancia igual a la excentricidad accidental definida en el artículo 6.2.4.3.

## 7.2. PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA LINEAL EN EL TIEMPO

El procedimiento de respuesta lineal en el tiempo consiste en el análisis de un modelo matemático lineal de la estructura para determinar su respuesta en el tiempo, a través de la integración numérica como respuesta, a la excitación de acelerogramas compatibles con los espectros de diseño de cada sitio.

### 7.2.1. Modelo de análisis

Para el modelo vibratorio de análisis se aplicarán las especificaciones del artículo 7.1.3.

### 7.2.2. Aplicación de la excitación sísmica

La excitación sísmica se supondrá actuando en los apoyos del modelo vibratorio, según las direcciones indicadas en el Capítulo 3.

### 7.2.3. Acelerogramas a utilizar

Las características de cada acelerograma a emplear serán tales que se satisfagan las siguientes condiciones:

- a) La aceleración máxima será:  $a_{m\acute{a}x} \geq \gamma_{dr} C_a$  (7.3)
- b) Para los períodos comprendidos entre **0,2 T** y **1,5 T**, la media de las ordenadas de los espectros de respuestas para los acelerogramas analizados no será inferior que la ordenada correspondiente al espectro de diseño establecido en el Capítulo 3 amplificadas por  $\gamma_{dr}$ .



#### 7.2.4. Número de acelerogramas a aplicar

Se aplicará un mínimo de tres acelerogramas. Los acelerogramas seleccionados para el análisis deben provenir de terremotos consistentes en magnitud, distancia a fallas y mecanismo de la fuente con el terremoto máximo considerado en la región donde se emplazará la obra. Cuando no se dispongan de registros de terremotos, podrán utilizarse acelerogramas obtenidos por simulación numérica que cumplan las mismas condiciones que los registros reales.

#### 7.2.5. Solicitaciones y deformaciones resultantes

Las sollicitaciones y deformaciones resultantes surgirán de promediar las correspondientes a las obtenidas por la aplicación de cada acelerograma escalado por  $\gamma_{dr} / R$ .

Cuando el corte basal obtenido mediante el análisis de respuesta en el tiempo  $V_{DoDi}$  de cada acelerograma sea inferior al **75%** del corte basal obtenido por el método estático, las sollicitaciones y deformaciones para cada acelerogramas se obtendrán modificando el correspondiente parámetro de respuesta por el factor:

$$(0,75V_{EoE})/V_{DoDi} \quad (7.4)$$

#### 7.2.6. Consideración de los efectos torsionales

Para cada dirección de análisis, los efectos torsionales se tendrán en cuenta mediante el desplazamiento de las masas en una distancia igual a la excentricidad accidental definida en el artículo 6.2.4.3.

### 7.3. PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA NO LINEAL EN EL TIEMPO

El procedimiento de respuesta no lineal en el tiempo consiste en el análisis de un modelo matemático que tiene implícito el comportamiento histerético no lineal de los componentes de la estructura para determinar la respuesta a acelerogramas compatibles con espectros de diseño de cada sitio, mediante métodos de integración numérica.

#### 7.3.1. Aplicación sísmica y acelerogramas

La aplicación de la acción sísmica, las características y número de acelerogramas a utilizar en este procedimiento son los establecidos en los artículos 7.2.2., 7.2.3. y 7.2.4.

#### 7.3.2. Revisión del diseño

El uso de este procedimiento requiere de una revisión realizada por un equipo de revisores independientes con experiencia demostrable en análisis sísmico no lineal.

# CAPÍTULO 8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

## 8.0. SIMBOLOGÍA

$E_o$	módulo de deformación del suelo.
$E_s$	módulo de deformación dinámica del suelo.
$N_{SPT}$	número de golpes del ensayo de penetración normalizada.
$P_k$	carga gravitatoria total operante sobre el nivel $k$ , incluido éste.
$R$	factor de reducción.
$S$	factor de mayoración de solicitaciones por discontinuidad de resistencia.
$S_n$	solicitación nominal según este Reglamento.
$V_k$	esfuerzo de corte en el nivel $k$ .
$W_i$	carga gravitatoria operante en el nivel $i$ .
$Y_k$	distancia de la construcción al eje medianero o eje de junta sísmica en el nivel $k$ .
$Y_{ke}$	distancia de la construcción existente al eje medianero o eje de junta sísmica en el nivel $k$ .
$d_e$	desplazamiento horizontal elástico.
$d_{kb}$	desplazamiento horizontal máximo de borde del nivel $k$ .
$d_{uk}$	desplazamiento horizontal último del centro de masas del nivel $k$ .
$d_{ubk}$	máximo desplazamiento horizontal último de un borde del nivel $k$ .
$h_k$	altura del nivel $k$ medida a partir del nivel de referencia.
$h_{sk}$	altura del nivel comprendida entre los niveles $k$ y $k - 1$ .
$n$	número de niveles o masas.
$q_u$	capacidad última del suelo.

$z$	profundidad de la fundación, en m.
$\theta_{sk}$	distorsión horizontal de piso.
$\Delta_{sk}$	desplazamiento relativo del nivel $k$ .
$\psi$	coeficiente de amplificación.

## 8.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

La estructura debe ser considerada como un conjunto espacial sometido a las acciones determinadas según los distintos métodos mencionados en el Capítulo 2.

### 8.1.1. Análisis elástico lineal

Se debe considerar la rigidez de la sección fisurada en el caso de materiales no homogéneos (hormigón, hormigón armado o mampostería), según lo establecido en las Partes II y III de este Reglamento.

### 8.1.2. Otros métodos

Se aceptan otros métodos para el análisis estructural. En ese caso el Proyectista Estructural debe presentar una justificación amplia de los procedimientos y de la interpretación de los resultados a satisfacción de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación.

## 8.2. MODELACIÓN ESTRUCTURAL

### 8.2.1. Deformabilidad de los diafragmas

Se debe considerar la deformabilidad de los diafragmas, excepto en los casos establecidos en el Capítulo 9 para los que se admite la simplificación de considerar los diafragmas infinitamente rígidos en su plano. La condición de los diafragmas y el modo de evaluar su deformabilidad deben constar específicamente en la memoria de la estructura.

### 8.2.2. Deformabilidad del suelo

Para construcciones de los grupos **A** o **A<sub>o</sub>** ó para las del grupo **B** de más de **2** pisos se debe considerar la influencia de la deformabilidad del suelo y de las fundaciones en el modelo de análisis. El proyectista puede considerar esta influencia en cualquier caso.

Para estimar la influencia de la deformabilidad del suelo se deben tomar valores del módulo de deformación transversal para acciones instantáneas correspondientes a condiciones dinámicas,  $G_s$ .

En las fundaciones profundas se debe tomar en cuenta la interacción horizontal del suelo.

Todas las solicitaciones calculadas considerando la influencia de la deformabilidad no deben resultar menores que el **70 %** de las solicitaciones obtenidas considerando la base fija.

A falta de información más precisa proveniente de un estudio de suelos en el que se determine la velocidad de las ondas de corte se pueden utilizar los criterios de cálculo de los parámetros del suelo como se indica en Comentarios a este Capítulo.

Los métodos a utilizar para evaluar la deformabilidad del suelo deben fundarse en principios aceptados de la mecánica de suelos y deben ser fundamentados por el proyectista. Los Comentarios a este Capítulo proporcionan métodos aceptados para evaluación de la rigidez del suelo y de la interacción suelo – estructura.

## **8.3. PARTICULARIDADES ESTRUCTURALES**

### **8.3.1. Influencia de las irregularidades estructurales**

#### **8.3.1.1. Irregularidades extremas en planta o en altura**

Para las zonas sísmicas y los grupos de destinos que se indican, las estructuras con irregularidad torsional extrema (línea 1c de la Tabla 2.3.) o con irregularidad de rigidez extrema (línea 1c de la Tabla 2.4.) deben ser rediseñadas de manera que presenten irregularidad torsional y de rigidez media o baja:

Zona 4 y 3

Destinos A<sub>o</sub>, A y B

Zona 2 y 1

Destino A<sub>o</sub>

#### **8.3.1.2. Discontinuidad de componentes sismorresistentes verticales**

Los componentes que soportan elementos discontinuos deben diseñarse para las solicitaciones que resultan de agotar la capacidad de los elementos interrumpidos.

En el caso de estructuras de hormigón armado se deben aplicar los principios del diseño por capacidad para determinar dichas solicitaciones, según la Parte II de este Reglamento. En el caso de estructuras de acero se aplicarán los factores de sobrerresistencia que correspondan a las solicitaciones del componente interrumpido según la parte IV de este Reglamento.

Se admite también el estudio del mecanismo de plastificación local que incluye la transferencia de todos los esfuerzos resistidos por el componente interrumpido.

#### **8.3.1.3. Discontinuidad en su plano de elementos sismorresistentes**

Todos los componentes estructurales y, eventualmente, el diafragma involucrados en la transferencia de esfuerzos provocada por la discontinuidad deben verificarse para la combinación más desfavorable de las solicitaciones propias y de las derivadas de la transferencia de esfuerzos.

Adicionalmente se debe verificar que la relación demanda-capacidad del nivel en que aparece la discontinuidad es como mínimo el **90 %** de dicha relación en el nivel inmediato superior.

#### 8.3.1.4. Piso débil

Esta irregularidad es **inadmisible** en las construcciones de los destinos **A<sub>o</sub>**, **A** o **B** en las **zonas 3 y 4**.

Los componentes que producen la discontinuidad de resistencia deben ser diseñados en condición elástica. Por lo tanto las solicitaciones críticas obtenidas a partir de los Capítulos 6 y 7, con el factor de reducción **R** deberán ser mayoradas según:

$$S = S_n R/1,25 \quad (8.1)$$

La condición anterior **no se aplica** a estructuras de hasta **2 pisos** si la resistencia lateral del nivel inferior es al menos **65 %** de la resistencia lateral del nivel superior.

Para los fines de la clasificación de la regularidad en altura (Tabla 2.4., línea 5a) la resistencia lateral es la suma de las resistencias de todos los componentes verticales del piso.

$$V = \sum V_i$$

A falta de una evaluación más detallada se admite:

- Para columnas continuas en ambos extremos el mínimo entre

$$V_i = (M_{cbase}^o + M_{c capitel}^o) / L_n \quad \text{y} \quad V_i = V_{dc} \quad \text{según Partes II o IV}$$

- Para muros o tabiques se aplicarán las Partes III o IV para determinar la resistencia a corte de la sección correspondiente  $V_i = V_{di}$
- Para pórticos arriostrados concéntricos  $V_i = \sum P_{di} \cos \alpha_i$
- Para pórticos arriostrados excéntricos se debe determinar la contribución a la resistencia lateral considerando la capacidad de los componentes que plastifican (Parte IV).

El Projectista Estructural puede presentar un estudio detallado del mecanismo de plastificación para evaluar la resistencia lateral.

#### 8.3.2. Sistemas o componentes estructurales no considerados parte de la estructura sismorresistente

Los componentes o sistemas cuya participación en la resistencia para acciones sísmicas fuera considerada despreciable u omitida por cualquier motivo pero que forman parte de sistemas resistentes para otras acciones, deben ser verificados para las solicitaciones

inducidas por la deformación de la estructura. En particular se debe verificar que el componente en cuestión es capaz de soportar la deformación última impuesta sin perder estabilidad y manteniendo su capacidad para el propósito al que está destinado.

### **8.3.3. Componentes o sistemas considerados no estructurales**

Se deben comprobar las posibles influencias desfavorables de la interacción entre componentes o elementos considerados no estructurales y los elementos o componentes estructurales, durante la deformación de la construcción por las acciones sísmicas.

Se deben tomar en cuenta los cambios de tipo estructural que pudieran resultar de esa interacción y afectar desfavorablemente a la capacidad de absorción de energía de la construcción. La estructura debe analizarse con y sin la presencia de componentes no estructurales.

### **8.3.4. Influencia de rellenos en pórticos**

Sólo podrán considerarse las características dinámicas, la capacidad de absorción de energía, las solicitaciones y el dimensionamiento de pórticos libres cuando el relleno esté diseñado de modo que la deformación del pórtico sea completamente libre. En ese caso deberán preverse los vínculos entre el relleno y la estructura de modo que se asegure su estabilidad y que se cumplan las hipótesis de análisis. Se debe aplicar a los rellenos el Capítulo 10, Partes de la construcción.

En las zonas próximas a los nudos de las piezas concurrentes y al menos en una distancia igual a la de la altura de la pieza respectiva se debe comprobar la capacidad a corte para soportar el empuje de la biela de compresión que se origina en el relleno cuando son solidarios.

Se puede considerar el efecto favorable de la presencia de rellenos en los pórticos en los siguientes casos:

- a) Para limitar la deformación a valores inferiores al límite de daños para acciones sísmicas minoradas al **20 %** de las resultantes de la aplicación de los Capítulos 6 ó 7, según corresponda.
- b) Para contribuir a soportar las acciones resultantes de la aplicación de este Reglamento siempre que se pruebe, a satisfacción de la Autoridad de Aplicación, que el mecanismo plástico resultante es aceptable y puede desarrollar la ductilidad supuesta. En ese caso el sistema resistente debe tener una capacidad mínima **90 %** de la requerida por la aplicación del Reglamento a la construcción sin rellenos.

En los planos y memoria de estructura de la obra se debe dejar constancia de esta colaboración para que pueda tenerse en cuenta debidamente en futuras modificaciones.

### **8.3.5. Entrepisos sin vigas**

Sólo se admiten como diafragmas rígidos. Su utilización como parte del sistema sismorresistente principal es inadmisibles.

## 8.4. DEFORMACIONES

### 8.4.1. Control de la regularidad estructural

Se determinarán los desplazamientos horizontales en los bordes y en el centro de masa de cada nivel para verificar las condiciones de regularidad en planta según el artículo 2.6.1. y aplicar la excentricidad accidental requerida.

### 8.4.2. Control de la distorsión horizontal de piso en las construcciones edilicias

#### 8.4.2.1. Determinación de la distorsión horizontal de piso

La distorsión horizontal de piso  $\theta_{sk}$  provocada por la excitación sísmica se define como la diferencia entre los desplazamientos horizontales últimos correspondientes a los niveles superior e inferior del piso, dividida por la distancia entre ambos niveles:

$$\theta_{sk} = (d_{uk} - d_{uk-1}) / h_{sk} = \Delta_{sk} / h_{sk} \quad (8.2)$$

Si en los niveles involucrados se cumple que  $d_{ub} \leq 1,2d_{uk}$ , la distorsión se evaluará considerando los desplazamientos de los respectivos centros de masa, en caso contrario se considerarán los desplazamientos del borde más desfavorable.

Los desplazamientos a considerar son los desplazamientos últimos. Es decir que los desplazamientos elásticos determinados a partir de fuerzas o espectros reducidos por ductilidad deben multiplicarse por el factor de reducción:

$$d_u = d_e R \quad (8.3)$$

#### 8.4.2.2. Comprobación de las condiciones de regularidad en altura

Las distorsiones de los pisos sucesivos se emplearán para verificar las condiciones de regularidad supuestas (Ver el artículo 2.6.2.).

#### 8.4.2.3. Limitaciones a la distorsión horizontal de piso

La Tabla 8.1. presenta la distorsión horizontal de piso máxima admisible en función del grupo de construcciones a que pertenece la estructura y de las condiciones siguientes:

##### **Condición D**

Existen elementos no estructurales que pueden ser dañados por las deformaciones impuestas por la estructura.

##### **Condición ND**

Cuando los elementos no estructurales están unidos a la estructura de forma que no sufran daños por las deformaciones de ésta.

**Tabla 8.1. Valores límite de la distorsión horizontal de piso  $\theta_{sk}$**

<b>Condición</b>	<b>Grupo de la construcción</b>	
	<b><math>A_o</math> ó <math>A</math></b>	<b><math>B</math></b>
D	0,01	0,015
ND	0,015	0,025

La verificación de la distorsión horizontal de piso no será exigible en estructuras del grupo **C**.

Cuando la construcción se verifique para un estado límite de servicio las distorsiones máximas serán **30 %** de las indicadas en la Tabla 8.1.

#### **8.4.3. Efecto P- Delta (Efecto de 2° orden)**

Corresponde a las solicitaciones y deformaciones adicionales provocadas por las cargas gravitatorias sobre la estructura deformada por las acciones sísmicas.

##### **8.4.3.1. Consideración del efecto P-Delta**

Los efectos P-Delta deberán tomarse en cuenta en solicitaciones y deformaciones cuando en algún nivel se verifique la siguiente condición:

$$P_k \Delta_{sk} / V_k h_{sk} \geq 0,08 \quad (8.4)$$

$$P_k = \sum_{k=1}^n W_i \quad (8.5)$$

##### **8.4.3.2. Consideración simplificada de los efectos P-Delta**

Una forma simplificada de considerar los efectos P-Delta consiste en amplificar los esfuerzos y las deformaciones provocados por las acciones sísmicas especificadas en este Reglamento, por el coeficiente de amplificación siguiente:

$$\psi = 1 / \left[ 1 - (P_k \Delta_{sk} / V_k h_{sk}) \right]_{\text{máximo}} \quad (8.6)$$

#### **8.4.4. Efectos de martilleo, separaciones y juntas sísmicas**

Para controlar los efectos de impacto entre construcciones adyacentes o entre cuerpos estructuralmente independientes de una misma construcción, se deberán proyectar y construir separaciones y juntas sísmicas de ancho suficiente.



#### 8.4.4.1. Separación entre construcciones nuevas y existentes

Toda nueva construcción deberá proyectarse y construirse separada de las construcciones existentes.

**Excepción:** Se permitirá la continuidad de las construcciones adyacentes cuando se cumpla simultáneamente que:

- a) El conjunto estudiado como una única estructura espacial satisface todos los requerimientos del Reglamento.
- b) La vinculación entre ambas construcciones tiene la capacidad necesaria para soportar las acciones resultantes de la unión.
- c) Los niveles de los diafragmas horizontales difieran hasta el **30 %** del canto del componente vertical más débil en la dirección de la unión.
- d) Los períodos propios de las construcciones adyacentes (supuestas independientes) difieran hasta el **15 %**.

#### 8.4.4.2. Separación de una construcción en bloques

Las construcciones irregulares en planta o elevación se proyectarán como cuerpos regulares por medio de separaciones o juntas sísmicas que deben cumplir lo indicado en el artículo 8.4.4.3., salvo que se compruebe satisfactoriamente la posibilidad de funcionamiento conjunto.

#### 8.4.4.3. Dimensionamiento de separaciones y juntas sísmicas

La distancia  $Y_k$  de la construcción al eje medianero o al eje de la junta sísmica en cada nivel deberá cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$a) Y_k \geq 1,05d_{kb} \quad (8.7)$$

$$b) Y_k \geq 2,5cm \quad (8.8)$$

Se define como eje de la junta sísmica a una línea que dista de la construcción existente:

$$c) Y_{ke} \geq 2,5cm \quad (8.9)$$

$$d) Y_{ke} \geq 1,05d_{kbe} \quad (8.10)$$

El subíndice “e” indica “existente”. En sustitución de la evaluación de los desplazamientos de la construcción existente se aceptará:

$$e) Y_{ke} \geq 0,025h_k \quad (8.11)$$

# CAPITULO 9. PARTICULARIDADES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

## 9.0. SIMBOLOGÍA

- C** coeficiente sísmico de diseño de la Tabla 4.1. ó 6.1. según corresponda.
- H** altura de la construcción.
- $H_u$**  fuerza horizontal aplicada en la base o zapata analizada.
- $N^*$**  carga vertical actuante en la fundación menos cargada de dos que conectan.
- L** dimensión mínima de la planta.
- $S_u$**  sollicitación requerida para cada estado límite a verificar.
- $S_n$**  capacidad nominal de la fundación (Sollicitación última del suelo).
- c** cohesión del suelo de fundación.
- $\Delta L$**  desplazamiento relativo entre fundaciones no vinculadas.
- $f_d$**  factor dado por la Tabla 9.1.
- $f_{va}$**  tensión de adherencia del suelo.
- $\phi$**  factor de reducción de resistencia.
- $\phi^*$**  ángulo de fricción suelo fundación.

## 9.1. DIAFRAGMAS (CUBIERTAS, ENTREPISOS)

Los diafragmas (estructuras de cubiertas o entrepisos) pueden ser materializados con cualquier tipo estructural o constructivo. Las conexiones deben ser diseñadas y dimensionadas para soportar los esfuerzos que le impone la vinculación con los sistemas resistentes verticales como consecuencia de la transferencia de sus propias acciones de inercia y de la distribución de esfuerzos entre aquellos.

### 9.1.1. Condición de diafragma rígido

Se aceptará que el diafragma es rígido si cumple con las especificaciones de los artículos 9.1.1.1. ó 9.1.1.2. En cualquier caso se deben cumplir también las condiciones constructivas establecidas en las Partes II, III, IV y V de este Reglamento.

#### 9.1.1.1. Condiciones geométricas

Se cumple simultáneamente:

a) Geometría general

El diafragma tiene forma de polígono convexo que puede inscribirse en un rectángulo de relación de lados máxima **1:3**.

Se admiten entrantes inferiores al **25 %** de la longitud del lado paralelo del rectángulo (formas L, T, H, E, etc.). En construcciones de hasta **3 niveles** el límite es **30%**.

b) Huecos o perforaciones (patios, escaleras, ascensores, etc.)

El área máxima de la suma de los huecos es **1/10** del área de la placa.

La dimensión sumada de todos los huecos máxima en una dirección es **1/3** de la dimensión paralela de la placa en esa dirección.

Cualquier hueco está separado de los bordes de la placa o de otros huecos como mínimo **1/4** de la dimensión de la placa en esa dirección.

Uno o más huecos separados entre si menos de **1/6** de la dimensión paralela de la planta o **1/2** de la dimensión del hueco menor serán considerados una única perforación a los fines de este artículo. Para la aplicación de esta disposición los huecos de forma irregular se podrán considerar rectángulos de dimensiones proporcionales a la relación de dimensiones paralelas del hueco equivalente.

#### 9.1.1.2. Condición mecánica

La máxima deformación lateral del diafragma es menor o igual que dos veces la deriva de piso media en el piso considerado.

#### 9.1.2. Solicitaciones en el diafragma debidas a la acción sísmica

El diafragma deberá ser diseñado y dimensionado para resistir solicitaciones en su plano. Las solicitaciones de origen sísmico se combinarán con las debidas a otras acciones que corresponda considerar simultáneamente.

Con las fuerzas actuantes sobre el diafragma se evaluarán las solicitaciones en su plano aplicando los métodos de análisis correspondientes al tipo estructural del diafragma.

Sólo se permitirá la disipación de energía por deformaciones plásticas en el diafragma si se aplican las exigencias del diseño por capacidad al mecanismo plástico espacial correspondiente.

### 9.1.3. Verificación de conexiones y colectores

Las conexiones entre los diafragmas y los elementos verticales, así como las conexiones entre los diafragmas y las masas concentradas que pudieran aplicar acciones sísmicas al diafragma deben ser verificadas para las fuerzas correspondientes.

Si se utilizaran colectores para transferir las acciones entre los elementos resistentes y el diafragma o entre partes del mismo diafragma se deberá presentar un análisis racional de las acciones y solicitaciones en ellos, dimensionándolos por capacidad.

## 9.2. FUNDACIONES

El proyecto de fundaciones deberá realizarse de acuerdo con los principios establecidos de la Mecánica de Suelos, basados en la capacidad de carga (carga última) de las mismas o en el control de las deformaciones.

La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación establecerá la extensión y el alcance de los estudios de suelo a realizar para el proyecto de fundaciones en cada jurisdicción. Para construcciones eximidas de estudios geotécnicos la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación definirá los parámetros para el diseño de las fundaciones.

### 9.2.1. Fundaciones en suelos estables

#### 9.2.1.1. Capacidad del suelo de fundación

Se admite adoptar una distribución uniforme de presiones en estado último, cuya resultante debe pasar por el punto de aplicación de la acción.

En cada caso se debe cumplir  $S_u \leq \phi S_n$

Para combinación de acciones que no incluyen sismo  $\phi = 0,4$

Para combinación de acciones que incluyen sismo  $\phi = 0,7$

Para combinación de acciones que incluyen sismo  $\phi = 1$  si las solicitaciones se determinan a partir de las condiciones de diseño por capacidad en la estructura.

#### 9.2.1.2. Estructura de fundación

Las solicitaciones de los componentes de la estructura de fundación excluidos del mecanismo plástico serán determinadas aplicando los principios del diseño por capacidad a la estructura. Sin embargo el límite superior de las solicitaciones son las correspondientes al comportamiento elástico del sistema estructural.

### 9.2.2. Fundaciones profundas

El Proyectista Estructural determinará las solicitaciones mediante un análisis racional que considere la interacción del suelo con la estructura de fundación y la superestructura. Si los componentes del sistema de fundación atravesaran un estrato licuable, el análisis de la interacción suelo estructura deberá considerar esa condición.

En el caso de cilindros o pilotes traccionados se deberá verificar la capacidad del pilote a tracción considerando el comportamiento del suelo que rodea al pilote bajo excitación sísmica.

La evaluación de la capacidad del suelo tomará en cuenta la presencia de límites del predio y la superposición de efectos con otras fundaciones que pudieran traccionarse simultáneamente.

### 9.2.3. Fundaciones superficiales en suelos potencialmente licuables

Se admiten para construcciones de los grupos de destino **A**, **B** y **C** si el sistema de fundación se diseña para controlar los efectos de la licuación.

Se considerarán controlados los efectos de la licuación en las construcciones de los grupos **A**, **B** o **C** si se cumplen las condiciones siguientes simultáneamente:

- La estructura está constituida por muros portantes,
- La altura es inferior a **7 m** y hasta **dos** pisos
- La presión media transmitida al suelo es menor que **0,06 MPa**
- La relación  $H/L_{min}$  es inferior a **0,7**

Para la fundación se aplican las disposiciones constructivas establecidas en los Comentarios a este capítulo (en preparación).

### 9.2.4. Arriostramiento de fundaciones

Las fundaciones estructuralmente aisladas (bases, pilotes, cilindros) deben vincularse entre sí mediante un sistema de arriostramiento que limite los desplazamientos relativos entre los puntos de apoyo de la superestructura.

Los arriostramientos deben ubicarse al nivel de los cabezales de las fundaciones profundas o entre el coronamiento y el plano de fundación de las bases y zapatas.

#### 9.2.4.1. Dimensionamiento de los arriostramientos

Los arriostramientos deberán ser dimensionados para las solicitaciones derivadas de la transferencia de esfuerzos entre la superestructura, la fundación y el terreno.

- a) Los esfuerzos axiales para dimensionar el sistema de arriostramiento se determinarán mediante un análisis racional. En caso contrario se deben considerar esfuerzos axiales de tracción o compresión capaces de equilibrar una acción horizontal aplicada sobre la base igual al mayor valor entre:

$$H_u = \pm C N^* \quad (9.1)$$

$$H_u = \pm (tg \phi^* N^* + cf_{va}) \quad (9.2)$$

- b) Se deben considerar otras solicitaciones provenientes de la deformación de la superestructura y del suelo, como por ejemplo flexiones debidas a la rotación de los elementos.
- c) No es necesario considerar el pandeo en riostras embebidas en el terreno o losa de piso.

#### 9.2.4.2. Losas de fundación o de arriostramiento

Las losas de fundación (plateas) o las losas construidas como arriostramiento deberán soportar las acciones establecidas en el artículo 9.2.4.1. y serán analizadas siguiendo los lineamientos establecidos para los diafragmas.

#### 9.2.4.3. Arriostramientos de fundaciones en la zona 0

En **Zona 0** se dimensionarán arriostramientos con los esfuerzos siguientes:

a) Para fundaciones superficiales  $N_u = 0,07N^*$  (9.3)

b) Para fundaciones profundas  $N_u = 0,10N^*$  (9.4)

#### 9.2.4.4. Prescindencia de los arriostramientos

Se podrán omitir los arriostramientos si se determina mediante un análisis racional a satisfacción de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación que se han tomado en cuenta los efectos de desplazamientos relativos en la evaluación de la acción sísmica y en el análisis de la estructura.

Es suficiente considerar un desplazamiento relativo entre las fundaciones no vinculadas dado por:

$$\Delta L = L / f_d \quad (9.5)$$

Tabla 9.1. Factor  $f_d$  para cálculo de desplazamientos relativos

Zona sísmica	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 4
4	1000	750	700	650
3	1100	850	800	750
2	1200	950	900	850
1	1300	1050	1000	950

### **9.2.5. Separaciones y juntas de construcción**

Los espacios de separaciones y juntas deben quedar completamente libres de obstáculos, escombros, etc., para permitir los desplazamientos relativos de las construcciones adyacentes, en cualquier dirección. Esta condición debe mantenerse a través del tiempo.

Cuando se empleen cubrejuntas, deberán diseñarse y construirse de manera que permitan los movimientos relativos sin alterar la función específica de la separación o junta.

Las instalaciones y equipamientos deben diseñarse y construirse de modo que permitan el movimiento pretendido en las separaciones entre cuerpos constructivos.

No es necesario prolongar las juntas o separaciones por debajo del nivel de suelo si estas tienen por objeto la separación dinámica de las construcciones.

# CAPÍTULO 10. PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN

## 10.0. SIMBOLOGÍA

$C$	coeficiente sísmico de diseño.
$C_a$	parámetro característico del espectro de diseño (Capítulo 3).
$C_{pk}$	coeficiente sísmico que corresponde a la parte o componente ubicado en el nivel o punto $k$ de la construcción.
$F_k$	fuerza sísmica en el nivel o punto $k$ .
$F_p$	fuerza sísmica de la parte de la construcción.
$R_p$	factor de modificación de respuesta de la parte de la construcción.
$T_o$	es el período de vibración de la construcción para la dirección correspondiente.
$T_{op}$	es el período propio del componente o parte supuesto que sus puntos de vinculación con la estructura son fijos.
$W_k$	carga gravitatoria en el nivel o punto $k$ .
$W_p$	peso de la parte o componente que se estudia, para cuya definición se aplicarán los criterios de discretización del Capítulo 3.
$a_k$	aceleración efectiva en el nivel o punto $k$ , en fracción de $g$ .
$d_{ep}$	deformaciones a considerar en las comprobaciones.
$d_{up}$	deformaciones calculadas a partir de las fuerzas $F_p$ .
$f_d$	factor de amplificación.
$f_{hk}$	factor de amplificación en altura.
$r$	relación de períodos entre el componente y la estructura.
$\gamma_p$	factor de riesgo que depende del tipo de componente dado en las Tablas 10.1. y 10.2.



$\gamma_r$  factor de riesgo (Capítulo 2).

$\varepsilon$  razón de amortiguamiento.

## 10.1. LÍMITES DE APLICACIÓN

Este capítulo se aplica a todo elemento vinculado o que forma parte de la construcción en estudio y cuyo peso es hasta el **10 %** del peso de la masa a la que está unido en la construcción principal.

Si ese límite se excediera se deberá analizar la construcción en conjunto con masas o pesos independientes para los componentes o subconjuntos.

La aplicación de estas disposiciones a componentes o elementos no estructurales tales como mobiliario, equipos eléctricos o mecánicos es responsabilidad de los especialistas encargados de su diseño o provisión o, en su defecto, del propietario.

Las partes, componentes o elementos, deben ser vinculados directa o indirectamente a la estructura principal. Los componentes, sus soportes y vínculos deben ser diseñados y dimensionados para soportar las acciones establecidas en este capítulo.

## 10.2. EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA SOBRE PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN

Todo componente o parte debe diseñarse para resistir una fuerza  $F_p$  definida por:

$$F_p = C_{pk} W_p \gamma_r \quad (10.1)$$

$$C_{pk} = C_a \gamma_p f_d f_{hk} / R_p \quad (10.2)$$

### 10.2.1. Direcciones de análisis

Cada parte o componente debe ser analizado en todas las direcciones en que es posible movimiento relativo respecto de la masa o construcción principal.

### 10.2.2. Factor de importancia y factor de modificación de respuesta

El factor de importancia  $\gamma_p$  y el factor de modificación de respuesta arquitectónica,  $R_p$ , de la parte se determinarán de las Tablas 10.1. y 10.2. en función de las características de la parte. Para los componentes o partes que puedan afectar a otros de mayor riesgo se utilizará el mayor factor de riesgo correspondiente a los elementos afectados.

**Tabla 10.1. Factor de importancia  $\gamma_p$  y factor de modificación de respuesta para componentes arquitectónicos  $R_p$**

	<b>Sistemas o componentes arquitectónicos</b>	$\gamma_p$	$R_p$
1	Muros exteriores de mampostería en general	1,0	3,0
2	Muros interiores de mampostería en general	1,0	3,0
3	Paredes de paneles de yeso o paneles livianos y frágiles con peso menor a 0,4 kN/m <sup>2</sup>	1,0	1,5
4	Paredes de paneles livianos dúctiles	1,0	3,0
5	Balcones, cornisas, muros de azotea, voladizos, pretilas y balaustradas	2,5	3,0
6	Señalizaciones y cartelería	2,5	3,0
7	Cielorrasos suspendidos de materiales frágiles	1,0	1,5
8	Cielorrasos suspendidos de materiales dúctiles	1,0	3,0
9	Ventanas carpinterías, muros cortina	1,5	1,5
10	Cuerpo emergente de azotea o cubierta, chimeneas, torres de enfriamiento, tanques de agua, etc.	1,0	3,0

**Tabla 10.2. Factor de importancia  $\gamma_p$  y modificación de respuesta para componentes eléctricos y mecánicos,  $R_p$**

	<b>Sistemas o Componentes de Instalaciones</b>	$\gamma_p$	$R_p$
1	Equipos y sistemas de instalaciones principales de potencia eléctrica: subestaciones, tableros, línea principales, etc. Potencia > 500 kW	1,2	3,0
		1,0	3,0
2	Calderas, compresores, motores y sus sistemas de control Potencia > 150000 kcal/h Potencia > 5000 kcal/h	1,2	3,0
		1,2	3,0
		1,0	3,0
3	Equipos, muebles para depósito de material de uso, instrumental o sistemas de control o de adquisición de datos, comunicaciones correspondientes a construcciones esenciales y asociados a procesos peligrosos	1,2	3,0
4	Instalaciones de fluidos inflamables, corrosivos o contaminantes muy peligrosos, instalaciones contra incendio	1,2	2,0
5	Desagües cloacales, líquidos contaminantes o corrosivos de mediana peligrosidad, no inflamables	1,2	3,0
6	Otros, casos, provisión de agua, fluidos no contaminantes ni inflamables	1,0	3,0
7	Componentes no mencionados muy peligrosos o muy contaminantes	1,2	2,0
8	Componentes no mencionados con mediana peligrosidad o contaminación	1,2	3,0
9	Componentes no mencionados con escasa peligrosidad o contaminación	1,0	3,0

### 10.2.3. Factor de magnificación dinámica $f_d$

El factor de magnificación dinámica tiene en cuenta la relación de frecuencias entre el o los períodos de la estructura principal y el período de la parte. Para la determinación del período de la parte se puede utilizar la siguiente expresión:

$$T_{op} = 2\pi \sqrt{\frac{W_p}{g K_p}} \quad (10.3)$$

#### 10.2.3.1 Componentes rígidos y con fijación rígida

Se entienden por componentes rígidos aquellos cuyo período propio es:  $T_{op} \leq 0,05\text{seg}$  considerando fija su vinculación a la estructura principal.

Se considera que una parte o componente está montado sobre fijación rígida cuando para una fuerza unitaria aplicada en el centro de masa de la parte en la dirección en estudio, menos del **25%** del desplazamiento proviene de la deformación del vínculo.

Para componentes rígidos montados rígidamente el factor  $f_d = 1,0$

#### 10.2.3.2. Componentes flexibles o rígidos con fijación elástica

Son componentes con fijación elástica todos los casos no incluidos como montados sobre fijación rígida. El factor de magnificación dinámica se adoptará según el siguiente criterio:

$$f_d = \sqrt{\frac{1 + (2\xi r)^2}{(1 - r^2) + (2\xi r)^2}} \leq 2 \quad (10.4)$$

donde  $r = T_{op} / T_o$

### 10.2.4. Factor de magnificación en altura

El factor de magnificación en altura para cada nivel  $k$  se determinará mediante la siguiente expresión:

$$f_{hk} = (F_k / W_k) / C \geq 1 \quad (10.5)$$

## 10.3. SOPORTES, VÍNCULOS Y FIJACIONES

Los soportes, vínculos y fijaciones de la parte o componente deben resistir las solicitaciones que origine la fuerza  $F_p$  definida en el artículo 10.2. Las fuerzas por fricción debidas a las acciones gravitatorias no se tomarán en cuenta para el diseño y verificación de soportes, vínculos y fijaciones. Los vínculos y las uniones se dimensionarán de acuerdo con las Partes II, III, IV y V de este Reglamento.

## 10.4. DEFORMACIONES

Se deben verificar los efectos de las deformaciones de las partes o componentes y de sus soportes y vínculos, en particular por los posibles golpes o daños del componente o de elementos adyacentes debidos a la deformación. Las deformaciones a considerar son:

$$d_{up} = 1,2 d_{ep} R_p \quad (10.6)$$

Las deformaciones últimas de las partes no podrán exceder los valores de la Tabla 10.3.

**Tabla 10.3. Distorsión máxima permitida**

<i>Grupo destino</i>	<i>Distorsión máxima</i>
A <sub>o</sub>	1,0 %
A	1,5 %
B	2,0 %

## 10.5. ANÁLISIS POR MÉTODOS DINÁMICOS

Si el riesgo del componente obliga a la clasificación de la construcción dentro de los grupos **A** ó **A<sub>o</sub>** será obligatorio un análisis dinámico del componente.

Las partes o componentes y sus vínculos a la construcción pueden ser analizados por métodos dinámicos. En este caso para el análisis dinámico puede utilizarse el procedimiento modal espectral del Capítulo 7, utilizando el espectro de diseño para acciones horizontales o verticales según corresponda y se aplicarán los métodos de superposición establecidos en el mismo capítulo.



# CAPÍTULO 11. CONSTRUCCIONES EXISTENTES

## 11.0. SIMBOLOGÍA

$V_u$  capacidad a corte en la base de la construcción para la distribución de fuerzas horizontales previstas en el Reglamento.

$V_s$  demanda de corte en la base según este Reglamento.

## 11.1. LÍMITES DE APLICACIÓN

El presente Capítulo se aplica exclusivamente a las construcciones existentes cuando en ellas se realicen ampliaciones, reformas, consolidaciones o toda otra obra que modifique la seguridad estructural de la construcción. Las construcciones de valor histórico según la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación requerirán la consideración de ese aspecto en el diseño y construcción de la obra.

## 11.2. DEFINICIONES

Para la aplicación de este Capítulo se define:

**Obra primitiva:** La totalidad de la construcción existente antes de la reforma o consolidación, en el estado en que se encuentra.

**Obra subsistente:** La totalidad de las partes de la obra primitiva que se dejan subsistentes.

**Obra actual:** El conjunto de reparaciones, reformas, ampliaciones, consolidaciones o toda otra obra que se realice como sustitución o adición a la obra primitiva.

**Obra nueva:** El conjunto de la obra subsistente y la obra actual.

**Seguridad de Reglamento:** La requerida por la aplicación de este Reglamento.

**Seguridad de Proyecto:** La que corresponde por aplicación del Reglamento vigente al momento de la construcción o a la tecnología propia de la época si el Reglamento no tenía exigencias sismorresistentes.

**Programa de sustitución:** Programa de reemplazo o reparación completa de partes o de la totalidad de la obra subsistente.

### 11.3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

En el proyecto y construcción de reparaciones o modificaciones de obras existentes se deben seguir tres principios fundamentales:

- a) Se admiten excepciones a las exigencias de las otras partes de este Reglamento para la obra subsistente con las limitaciones que resultan de este capítulo. La tolerancia de estas excepciones disminuye con la importancia de la obra actual y con el riesgo de la obra subsistente.
- b) La obra nueva debe tener como mínimo la misma seguridad que la obra primitiva y todo elemento reparado debe alcanzar como mínimo la seguridad original.
- c) Se debe estudiar la reducción de riesgos para las partes de la construcción, en particular aquellas que pueden caer al exterior.

### 11.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

A los fines de la aplicación de este Capítulo, las obras se clasifican según los siguientes artículos:

#### 11.4.1. Importancia de la obra actual

##### ***I3: Obras de poca importancia***

Cuando la carga gravitatoria o el valor económico medido por el costo de la construcción sean menores que el **10 %** de los correspondientes a la obra subsistente y siempre que no se afecten los sistemas sismorresistentes.

##### ***I2: Obras de mediana importancia***

Cuando la carga gravitatoria o el valor económico medido por el costo de la construcción sean menores que el **50 %** de los correspondientes a la obra subsistente y siempre que las modificaciones de rigidez y de resistencia de los sistemas sismorresistentes no superen el **10 %** de los valores originales.

##### ***I1: Obras importantes***

Todas aquellas excluidas de los casos anteriores.

#### 11.4.2. Calidad sismorresistente de la obra primitiva

##### ***C1: Obras de buena calidad***

Las que han sido proyectadas y construidas conforme a las exigencias de este Reglamento y no muestran señales de comportamiento estructural anómalo como fisuras, asentamientos, desplazamientos, deformaciones anormales, etc.

### **C2: Obras de calidad intermedia**

Las que han sido proyectadas y construidas conforme a los reglamentos vigentes al momento de su construcción, tienen sistemas resistentes completos para acciones horizontales (incluidos los efectos de torsión, si correspondiera) y no muestran defectos como fisuras o desplazamientos que evidencien un comportamiento estructural anómalo. También se incluyen en esta categoría las obras que soportaron con defectos leves las intensidades sísmicas establecidas en la Tabla 11.1.

### **C3: Obras de baja calidad**

Las que proyectadas conforme a las exigencias de este Reglamento presentan averías significativas, su ejecución es defectuosa o bien en su construcción no se materializaron las hipótesis de funcionamiento estructural supuesto.

### **C4: Obras de mala calidad**

Las que no fueron proyectadas conforme a esta norma y presentan signos de funcionamiento estructural anómalo, cuya ejecución es defectuosa o bien no tienen un sistema sismorresistente completo. Construcciones que no se ajustaron a los reglamentos vigentes al momento de su ejecución o sin provisiones sismorresistentes.

**Tabla 11.1. Intensidad Mercalli modificada para calificar construcciones existentes**

<b>Zona sísmica</b>	<b>IMM (intensidad Mercalli modificada)</b>
1	IV
2	V
3	VI
4	VII

#### **11.4.3. Capacidad sismorresistente de la obra primitiva**

Se evaluará la acción sísmica por aplicación de los métodos establecidos en los Capítulos 2 a 10 de este Reglamento. Se evaluará la capacidad de la construcción aplicando los procedimientos correspondientes a cada uno de los materiales (Partes II, III, IV y V). Se evaluará el indicador:

$$r = V_u / V_s \quad 100 \% \quad (11.1)$$

Las construcciones se clasifican en:

$$\mathbf{S1: Seguridad suficiente} \quad r \geq 100 \quad (11.2)$$

$$\mathbf{S2: Seguridad baja} \quad 100 > r \geq 80 \quad (11.3)$$



**S3: Seguridad límite**       $80 > r \geq 60$       (11.4)

**S4: Seguridad insuficiente**       $r < 60$       (11.5)

## 11.5. EXCEPCIONES PERMITIDAS

La Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación podrá admitir excepciones a las exigencias del Reglamento solamente para la obra subsistente.

### 11.5.1. En cuanto a capacidad sismorresistente

Las reducciones indicadas en el artículo 11.6. para cada categoría.

### 11.5.2. Exigencias constructivas

Las excepciones deben ser propuestas y fundamentadas por el Proyectista Estructural para la aprobación de la Autoridad Fiscalizadora o de Aplicación.

#### 11.5.2.1. Construcciones de hormigón armado

- a) Falta de armaduras de confinamiento siempre que la deformación límite esté restringida a **4 %** para el máximo desplazamiento esperado de la estructura.
- b) Cuantía inferior a la mínima siempre que la capacidad esté determinada por la resistencia del hormigón solamente.
- c) Armaduras de diámetro inferior al mínimo si las barras no tienen signos de corrosión y si las diferencias de posición afectan en menos de **10 %** la capacidad resistente de la pieza.
- d) Armaduras secundarias (confinamiento o estribos) inferiores a los requeridos siempre que se tome en cuenta su influencia en el posible pandeo de barras principales.

#### 11.5.2.2. Construcciones de mampostería

- a) Falta de encadenados en cerramientos de mampostería no portante si verifican las exigencias de partes de la construcción (Capítulo 10) con tensiones suficientemente bajas o si su caída no implica riesgos personales.
- b) Falta de encadenados en la intersección de muros portantes, siempre que los muros tengan encadenados en los bordes libres.
- c) Encadenados con separaciones mayores que las establecidas en la Parte III de este Reglamento.
- d) Considerar portantes muros a los que falta encadenado en un borde o que están encadenados al centro del muro y tienen ambos bordes sin encadenar, siempre que la demanda de corte sea inferior al **10 %** de la carga vertical simultánea.

### **11.5.2.3. Construcciones metálicas**

No se admiten excepciones.

## **11.6. EXIGENCIAS Y COMPROBACIONES**

La aplicación de las excepciones a las exigencias de este Reglamento que se mencionan en el artículo anterior es facultativa en el sentido de que el Proyectista Estructural puede acercarse tanto como quiera al cumplimiento completo del Reglamento.

### **11.6.1. Construcciones clasificadas C1**

Se admiten todas las excepciones indicadas en el artículo 11.5.

#### **11.6.1.1. Seguridad S1**

##### ***Grupos I1, I2 ó I3***

La obra nueva debe tener **100 %** de la seguridad de Reglamento.

#### **11.6.1.2. Seguridad S2**

##### **a) *Grupos I1 e I2***

Restitución de la seguridad de Reglamento o bien reparación de daños y ampliaciones independientes con el **100 %** de la seguridad de Reglamento.

##### **b) *Grupo I3***

Restitución de la seguridad de Reglamento o bien ampliaciones independientes con el **100 %** de la seguridad de Reglamento.

#### **11.6.1.3. Seguridad S3**

##### **a) *Grupos I1 e I2***

Reparación de daños y restitución de la seguridad de Reglamento.

##### **b) *Grupo I3***

Como a) o bien reparación de daños y ampliaciones independientes.

#### **11.6.1.4. Seguridad S4**

Reparación de daños y restitución de la seguridad de Reglamento en todos los casos.

### **11.6.2. Construcciones clasificadas C2**

Se admiten todas las excepciones indicadas en el artículo 12.5.

### 11.6.2.1. Seguridad S1 o S2

#### a) *Grupo I1*

La obra nueva debe alcanzar **100 %** de la seguridad de Reglamento, considerando la contribución de la obra subsistente.

#### b) *Grupo I2*

Como a) o bien ampliaciones independientes.

#### c) *Grupo I3*

Si la excentricidad aumenta como b), en caso contrario la obra actual debe tener el **100 %** de la seguridad de Reglamento.

### 11.6.2.2. Seguridad S3

#### a) *Grupo I1*

La obra nueva debe alcanzar **100 %** de la seguridad de Reglamento, considerando la contribución de la obra subsistente.

#### b) *Grupo I2*

Reparación de daños y refuerzo hasta alcanzar la seguridad de proyecto y como mínimo el **80 %** de la seguridad de Reglamento.

#### c) *Grupo I3:*

Como b) o bien ampliaciones independientes.

### 11.6.2.3. Seguridad S4

#### a) *Grupo I1*

La obra nueva debe alcanzar **100 %** de la seguridad de Reglamento, considerando la contribución de la obra subsistente.

#### b) *Grupo I2*

Como a) o bien como c).

#### c) *Grupo I3*

Ampliaciones independientes con una inversión mínima de **25 %** del monto de la obra en refuerzo de la obra subsistente pero no menor que el necesario para alcanzar el **60 %** de la seguridad de Reglamento.

### **11.6.3. Construcciones clasificadas C3**

Se admiten todas las excepciones indicadas en el artículo 11.5.2, excepto 11.5.2.2. d. Como mínimo el **25 %** de la inversión se destinará al refuerzo de la obra subsistente.

#### **11.6.3.1. Seguridad S1**

##### **a) Grupo I1**

Reparación de daños y restitución de la seguridad de proyecto.

##### **b) Grupo I2**

Como a) o bien como c).

##### **c) Grupo I3**

Reparación de daños y ampliaciones independientes.

#### **11.6.3.2. Seguridad S2 o S3**

##### **a) Grupo I1 o I2**

Reparación de daños y restitución de la seguridad de Reglamento.

##### **b) Grupo I3**

Reparación de daños y ampliaciones independientes.

#### **11.6.3.3. Seguridad S4**

##### **a) Grupo I1**

Como 11.6.3.2.a).

##### **b) Grupo I2**

Como a) o bien como c).

##### **c) Grupo I3**

Reparación de daños y refuerzo hasta alcanzar el **60 %** de la seguridad de Reglamento o bien como a).

### **11.6.4. Construcciones clasificadas C4**

Se admiten las excepciones indicadas en el artículo 11.5.2., excepto 11.5.2.2. d. Como mínimo el **40 %** de la inversión se destinará al refuerzo de la obra subsistente.

#### **11.6.4.1. Seguridad S1**

a) **Grupo I1**

reparación de daños y ajuste completo al Reglamento o bien ampliaciones independientes y programa de sustitución.

b) **Grupos I2 ó I3**

Reparación de daños y ampliaciones independientes o bien como a).

#### **11.6.4.2. Seguridad S2**

a) **Grupos I1 e I2**

Reparación de daños y ajuste completo al Reglamento considerando solamente la contribución de los elementos subsistentes ilesos o reparados.

b) **Grupo I3**

Reparación de daños y ampliaciones independientes o bien como c).

#### **11.6.4.3. Seguridad S3**

a) **Grupo I1**

Reparación de daños y refuerzo hasta el **100 %** de la seguridad de Reglamento considerando la contribución de elementos subsistentes ilesos y programa de sustitución o bien ajuste completo al Reglamento.

b) **Grupo I2**

Reparación de daños y refuerzo hasta el **80 %** de la seguridad de Reglamento considerando la contribución de elementos subsistentes ilesos y programa de sustitución o bien ajuste completo al Reglamento.

c) **Grupo I3**

Reparación de daños, programa de sustitución y ampliaciones independientes o bien ajuste completo al Reglamento.

#### **11.6.4.4. Seguridad S4**

a) **Grupos I1 ó I2**

Reparación de daños, refuerzo hasta alcanzar **80 %** de la seguridad de reglamento y programa de sustitución o bien ajuste completo al Reglamento.

b) **Grupo I3**

Sólo ampliaciones independientes, reparación de daños, refuerzo hasta alcanzar **60 %** de la seguridad de Reglamento y programa de sustitución o bien ajuste completo al Reglamento.

## 11.7. PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN

La evaluación de acciones sobre las partes de la construcción se hará según el Capítulo 10.

Las partes de la construcción subsistentes que pudieran caer al exterior o sobre medios exigidos de salida o bien las que se clasifican en la columna (a) de las Tablas 10.1. ó 10.2. deben alcanzar como mínimo el grado de seguridad **S2**. En caso contrario serán reforzadas o retiradas.

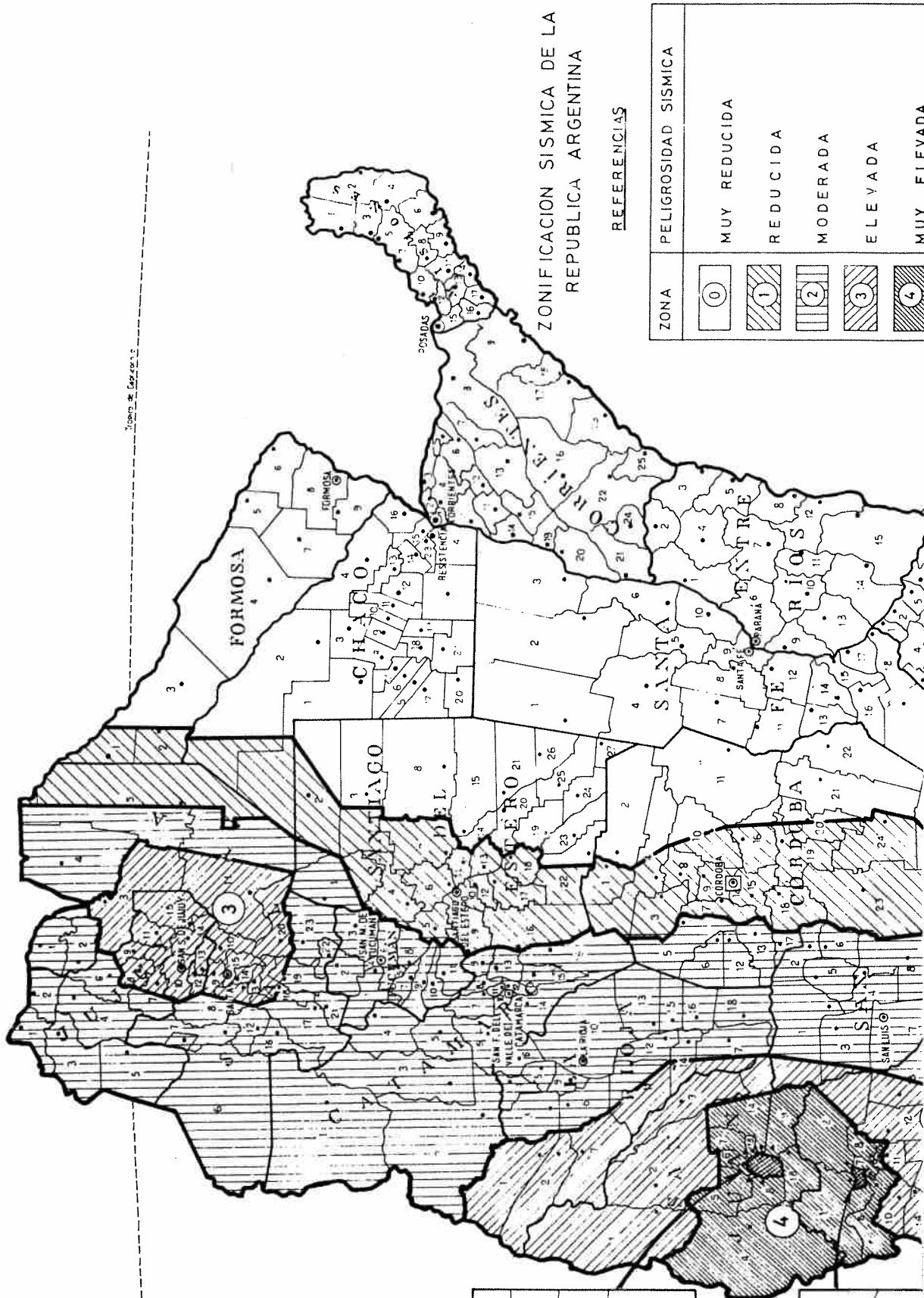
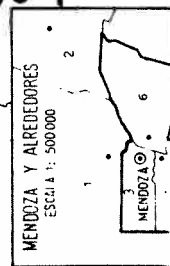
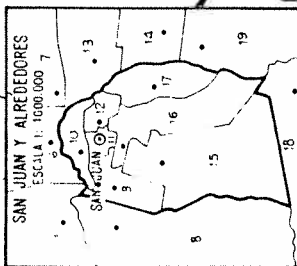
Las partes de la construcción subsistente incluidas en la columna (b) de las Tablas 10.1. ó 10.2. deben alcanzar como mínimo el grado de seguridad **S3**. En caso contrario serán reforzadas o retiradas.

Las partes de la construcción nueva deben alcanzar el grado de seguridad **S1** en todos los casos.

**ANEXO I**

***ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA  
REPÚBLICA ARGENTINA***

SUR



ZONIFICACION SISMICA DE LA  
REPUBLICA ARGENTINA

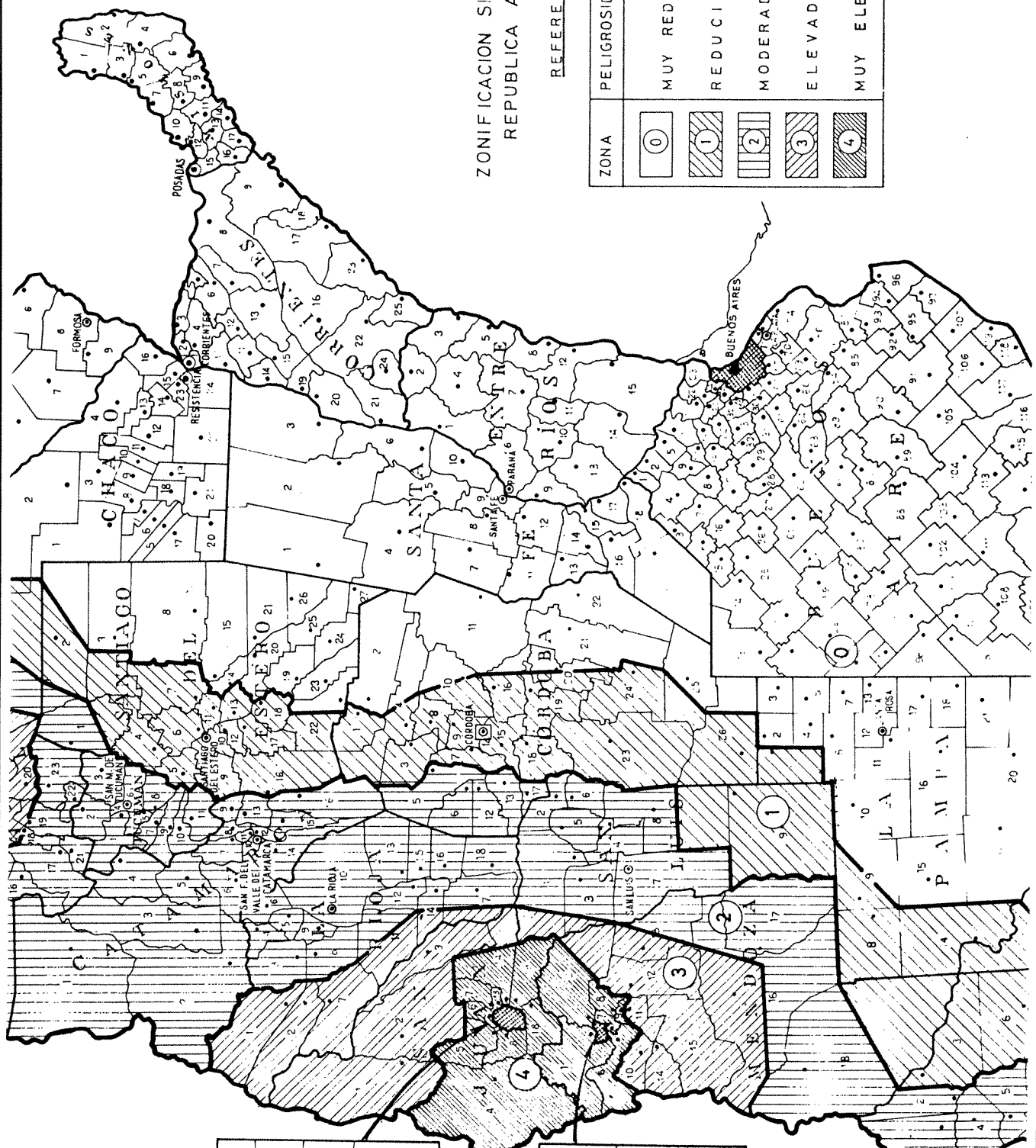
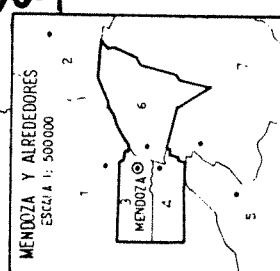
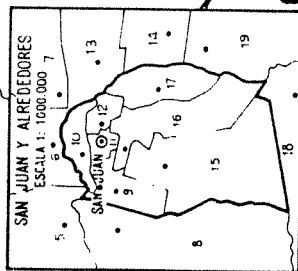
REFERENCIAS

ZONA	PELIGROSIDAD SISMICA
0	MUY REDUCIDA
1	REDUCIDA
2	MODERADA
3	ELEVADA
4	MUY ELEVADA

Zona de Capas 1, 2



S U R O C I F



### ZONIFICACION SISMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

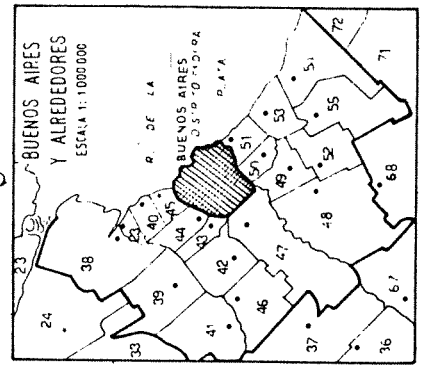
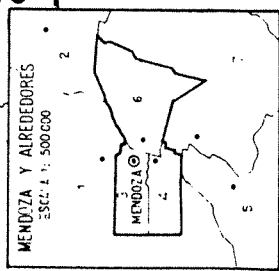
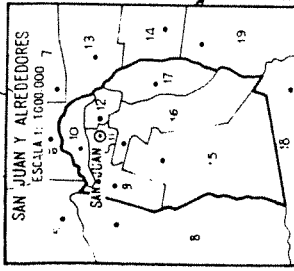
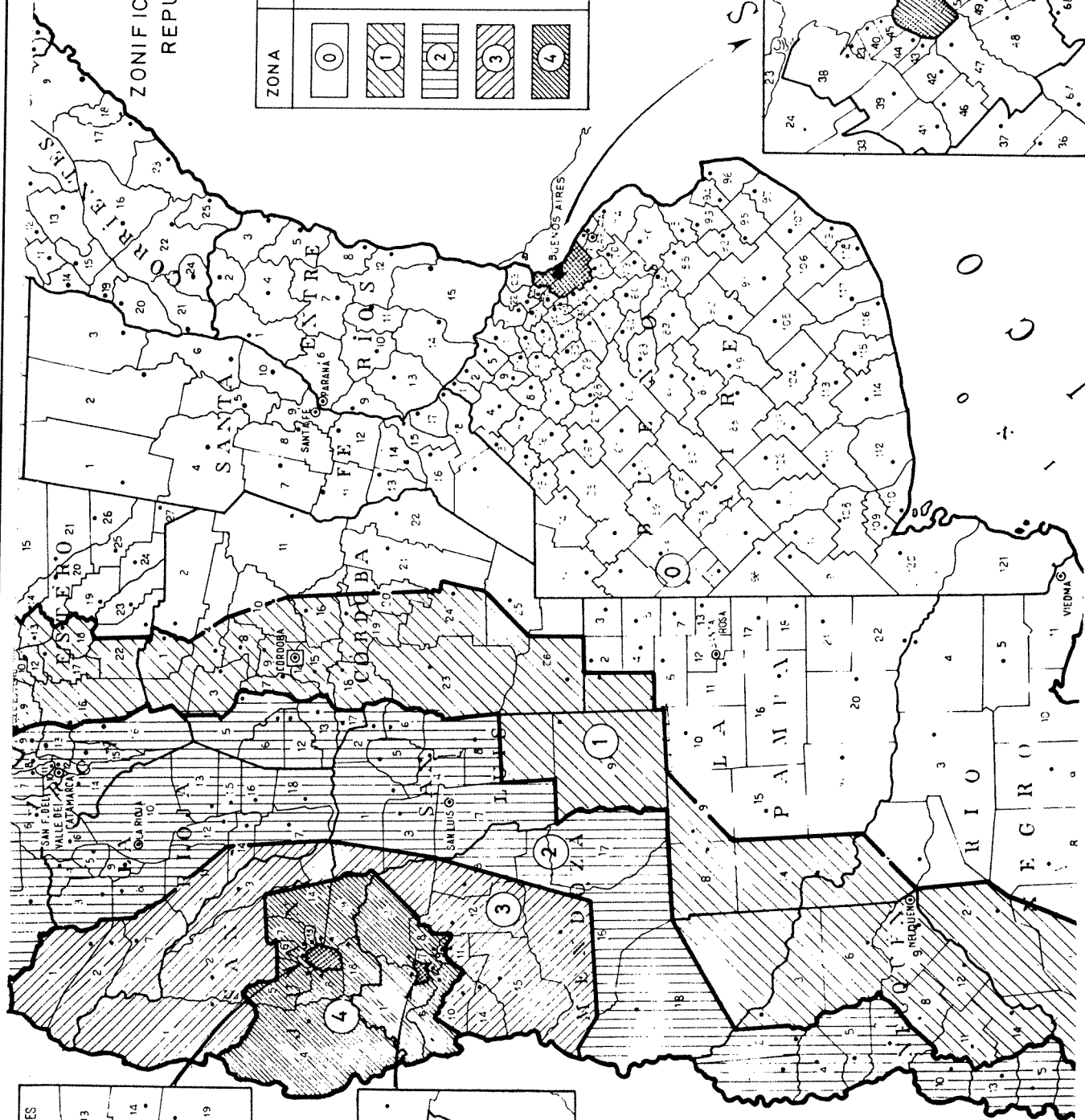
#### REFERENCIAS

ZONA	PELIGROSIDAD SISMICA
0	MUY REDUCIDA
1	REDUCIDA
2	MODERADA
3	ELEVADA
4	MUY ELEVADA

# ZONIFICACION SISMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

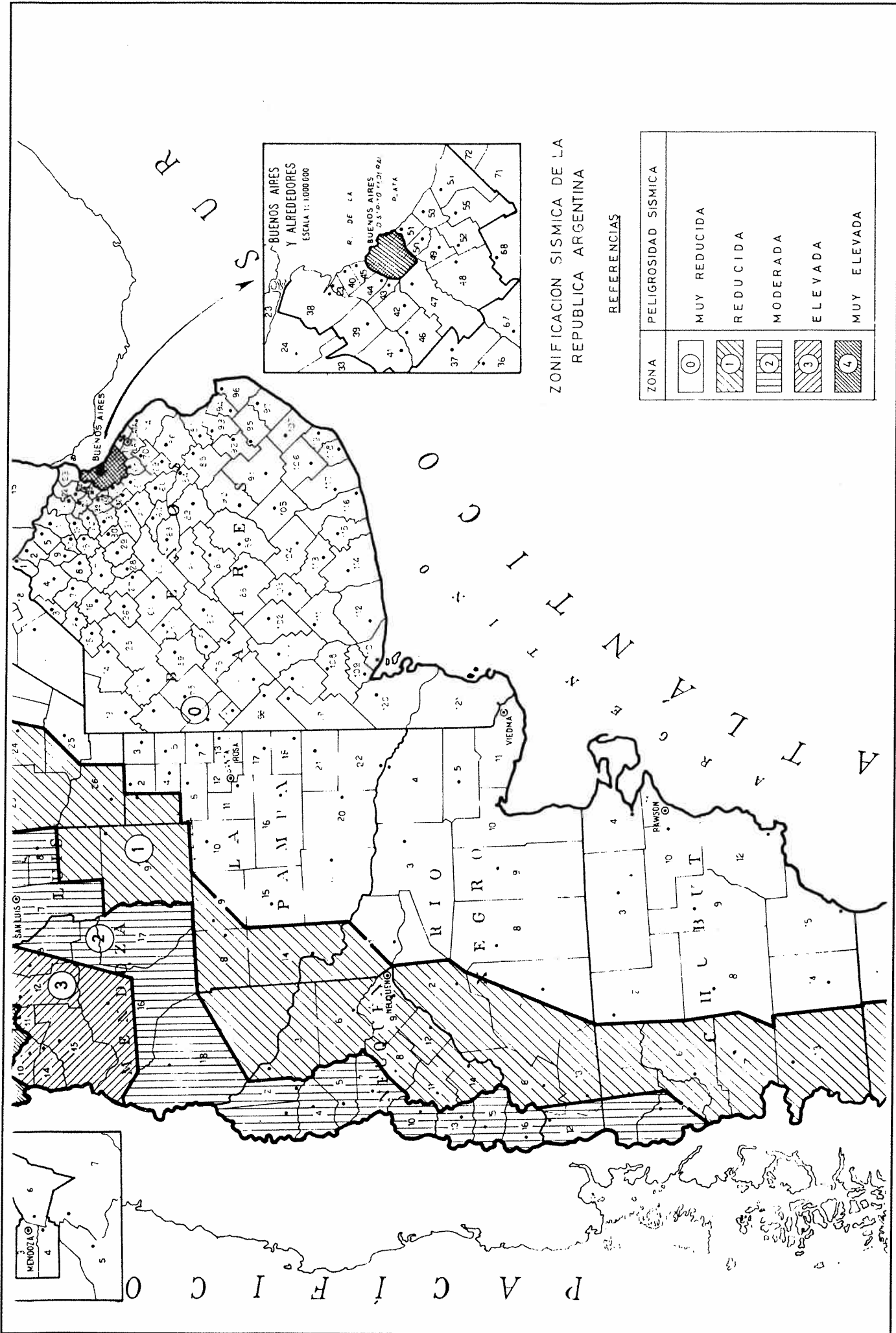
## REFERENCIAS

ZONA	PELIGROSIDAD SISMICA
0	MUY REDUCIDA
1	REDUCIDA
2	MODERADA
3	ELEVADA
4	MUY ELEVADA



A C I F I C O

R D S



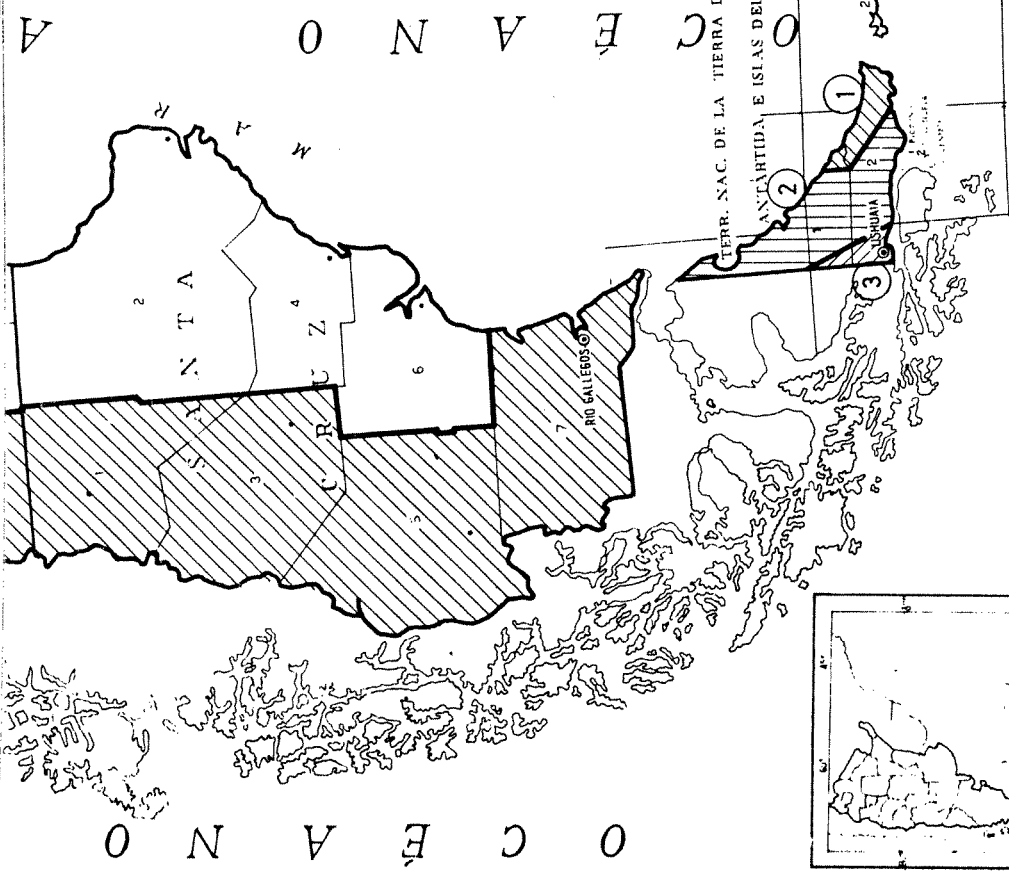
ZONIFICACION SISMICA DE LA  
REPUBLICA ARGENTINA

REFERENCIAS

ZONA	PELIGROSIDAD SISMICA
0	MUY REDUCIDA
1	REDUCIDA
2	MODERADA
3	ELEVADA
4	MUY ELEVADA

REFERENCIAS

ZONA	PELIGROSIDAD SISMICA
0	MUY REDUCIDA
1	REDUCIDA
2	MODERADA
3	ELEVADA
4	MUY ELEVADA

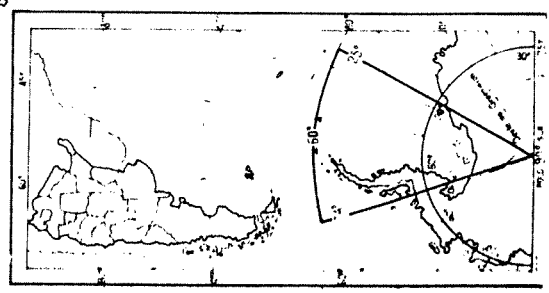
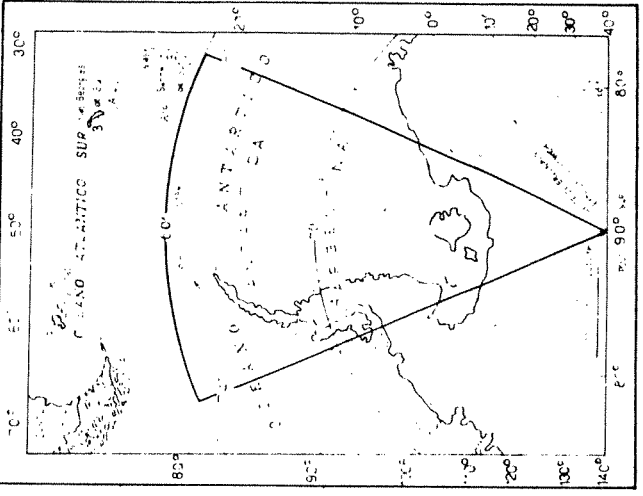


**REFERENCIAS**

- Limite de provincia y territorio nacional
- Limite de partido / departamento
- Capital de nacion - Capital de provincia / terr. nacional
- Cabecera de partido / departamento
- Provincia / Comuna en estudio



TERR. NAC. DE LA TIERRA DEL FUEGO, ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR



## DEPARTAMENTOS Y PARTIDOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA

### PROVINCIA DE LA PAMPA

#### DEPARTAMENTO

- 1: Rancul
- 2: Realicó
- 3: Chapaleufú
- 4: Trenel
- 5: Maracó
- 6: Conhelo
- 7: Quemú - Quemú
- 8: Chical Co
- 9: Chalileo
- 10: Loventué
- 11: Toay
- 12: Capital
- 13: Catrilo
- 14: Puelén
- 15: Limay Mahuida
- 16: Utracán
- 17: Atreucó
- 18: Guatraché
- 19: Curacó
- 20: Lihuel Calel
- 21: Hucal
- 22: Caleu-Caleu

#### CABECERA

- Parera
- Realicó
- Intendente Alvear
- Trenel
- General Pico
- Conhelo
- Quemú - Quemú
- Algarrobo del Aguila
- Santa Isabel
- Victorica
- Toay
- Santa Rosa
- Catrilo
- Colonia 25 de Mayo
- Limay Mahuida
- General Acha
- Macachín
- Guatraché
- Puelches
- Cuchillo - co
- Bernasconi
- La Adela

### PROVINCIA DE LA RIOJA

#### DEPARTAMENTO

- 1: General Sarmiento
- 2: General Lamadrid
- 3: Famatina
- 4: San Blas de los Sauces
- 5: Castro Barros
- 6: Arauco
- 7: General Lavalle
- 8: Chilecito
- 9: Sanagasta
- 10: Capital
- 11: Independencia
- 12: Gral Angel V. Peñaloza
- 13: Gobernador Gordillo
- 14: Gral Juan Facundo Quiroga
- 15: General Belgrano
- 16: General Ocampo
- 17: Rosario Vera Peñaloza
- 18: General San Martin

#### CABECERA

- Vinchina
- Villa Castelli
- Famatina
- San Blas
- Aminga
- Aimogasta
- Villa Unión
- Chilecito
- Villa Sanagasta
- La Rioja
- Patquia
- Tama
- Chamical (Est. Gdor. Gordillo)
- Malanzán
- Olta
- Villa Santa Rita
- Chepes
- Ulapes

## PROVINCIA DE MENDOZA

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Las Heras	Las Heras (Est. Cabina Tamarindos)
2: Lavalle	Lavalle o Tulumaya
3: Capital	Mendoza
4: Godoy Cruz	Godoy Cruz
5: Luján de Cuyo	Luján de Cuyo
6: Guaymallén	Villa Nueva
7: Maipú	Maipú
8: San Martín	San Martín (Est. L.dor Grl. San Martín)
9: Junín	Junín
10: Tupungato	Tupungato
11: Rivadavia	Rivadavia
12: Santa Rosa	Santa Rosa
13: La Paz	La Paz
14: Tunuyán	Tunuyán
15: San Carlos	San Carlos
16: San Rafael	San Rafael
17: General Alvear	General Alvear (Est. Cnia. Alvear Norte)
18: Malargüe	Malargüe

## PROVINCIA DE MISIONES

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Iguazú	Pto Esperanza
2: General Manuel Belgrano	Bernardo de Irigoyen
3: Eldorado	Eldorado
4: San Pedro	San Pedro
5: Montecarlo	Montecarlo
6: Guaraní	El Soberbio
7: Libertador Gral San Martín	Puerto Rico
8: Caingúas	Campo Grande
9: 25 de Mayo	Alba Posse
10: San Ignacio	San Ignacio
11: Oberá	Oberá
12: Candelaria	Santa Ana
13: Leandro N. Alem	Leandro N. Alem
14: San Javier	San Javier
15: Capital	Posadas
16: Apóstoles	Apóstoles
17: Concepción	Concepción de la Sierra

## PROVINCIA DE NEUQUEN

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Minas	Andacolio
2: Chos Malal	Chos Malal
3: Pehuenches	Buta Ranquil
4: Ñorquin	El Huecú
5: Loncopué	Loncopué
6: Añelo	Añelo
7: Picunches	Las Lajas
8: Zapala	Zapala
9: Confluencia	Neuquen
10: Aluminé	Aluminé
11: Catán Lil	Las Coloradas
12: Picún Leufú	Picún Leufú
13: Huiliches	Junin de los Andes
14: Collón Curá	Piedra del Aguila
15: Lacar	San Martín de los Andes
16: Los Lagos	Villa la Angostura

## PROVINCIA DE SAN LUIS

### DEPARTAMENTO

- 1: Ayacucho
- 2: Junín
- 3: Belgrano
- 4: Coronel Pringles
- 5: Lib. Gral San Martín
- 6: Chacabuco
- 7: La Capital
- 8: General Pedernera
- 9: Gobernador Dupuy

### CABECERA

- San Francisco del Monte de Oro
- Santa Rosa (Est. Rodolfo Rodríguez Sáa)
- Villa Gral Roca
- La Toma
- Lib. Gral San Martín
- Concarán
- San Luis
- Mercedes (Est. Villa Mercedes)
- Buena Esperanza

## PROVINCIA DE SANTA CRUZ

### DEPARTAMENTO

- 1: Lago Buenos Aires
- 2: Deseado
- 3: Río Chico
- 4: Magallanes
- 5: Lago Argentino
- 6: Corpen Aike
- 7: Güer Aike

### CABECERA

- Perito Moreno
- Puerto Deseado
- Gobernador Gregores
- Puerto San Julián
- E. Calafate
- Puerto Santa Cruz
- Río Gallegos

## PROVINCIA DE SANTA FE

### DEPARTAMENTO

- 1: 9 de Julio
- 2: Vera
- 3: General Obligado
- 4: San Cristóbal
- 5: San Justo
- 6: San Javier
- 7: Castellanos
- 8: Las Colonias
- 9: La Capital
- 10: Garay
- 11: San Martín
- 12: San Gerónimo
- 13: Belgrano
- 14: Iriondo
- 15: San Lorenzo
- 16: Caseros
- 17: Rosario
- 18: Constitución
- 19: Gral Lopez

### CABECERA

- Tostado
- Vera (Est. Gdor Vera)
- Reconquista
- San Cristobal
- San Justo
- San Javier
- Rafaela
- Esperanza
- Santa Fe
- Helvecia
- Sastre
- Coronda
- Las Rosas
- Cañada de Gomez
- San Lorenzo
- Casilda
- Rosario
- Villa Constitución
- Melincué

## PROVINCIA DE RIO NEGRO

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: General Roca	General Roca
2: El Cuy	El Cuy
3: Avellaneda	Choele Choel
4: Pichi Mahuida	Río Colorado
5: Conesa	Gral Conesa
6: Pilcaniyeu	Pilcaniyeu
7: 25 de Mayo	Maquinchao
8: 9 de Julio	Sierra Colorada
9: Valcheta	Valcheta
10: San Antonio	San Antonio Oeste
11: Adolfo Alsina	Viedma
12: Bariloche	San Carlos de Bariloche
13: Ñorquinco	Ñorquinco

## PROVINCIA DE SALTA

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Santa Victoria	Santa Victoria
2: Iruya	Iruya
3: Orán	San Ramón de la Nueva Orán (Est. Orán)
4: Gral. José de San Martín	Tartagal
5: Rivadavia	Rivadavia
6: Los Andes	San Antonio de los Cobres
7: La Poma	La Poma
8: Rosario de Lerma	Rosario de Lerma
9: La Caldera	La Caldera
10: Gral Güemes	Gral Güemes (Est. Güemes)
11: Anta	Joaquín V. González
12: Cachi	Cachi
13: Chicoana	Chicoana
14: Cerrillos	Cerrillos
15: La Capital	Salta
16: Molinos	Molinos
17: San Carlos	San Carlos
18: La Viña	La Viña
19: Guachipas	Guachipas
20: Metán	Metán
21: Cafayate	Cafayate
22: Candelaria	La Candelaria
23: Rosario de La Frontera	Rosario de la Frontera

## PROVINCIA DE SAN JUAN

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Iglesia	Rodeo
2: Jáchal	San José de Jáchal (Est. Jáchal)
3: Valle Fértil	San Agustín de Valle Fértil
4: Calingasta	Calingasta
5: Ullún	Ullún
6: Albardón	Albardón
7: Angaco	Villa del Salvador
8: Zonda	Zonda
9: Rivadavia	Rivadavia
10: Chimbás	Va. Paula Albarracín de Sarmiento
11: Capital	San Juan
12: Santa Lucía	Santa Lucía
13: San Martín	Villa San Isidro
14: Caucete	Caucete
15: Pocito	Villa Aberastain
16: Rawson	Villa Krause
17: 9 de Julio	9 de Julio
18: Sarmiento	Villa Media Agua
19: 25 de Mayo	Villa Santa Rosa



## PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Pellegrini	La Fragua
2: Copo	Monte Quemado
3: Alberdi	Campo Gallo
4: Jiménez	Pozo Hondo
5: Río Hondo	Termas de Río Hondo
6: Banda	La Banda
7: Figueroa	La Cañada
8: Moreno	Quimili
9: Guasayán	San Pedro
10: Capital	Santiago del Estero
11: Robles	Fernandez
12: Silipica	Arraga
13: San Martín	Brea Pozo
14: Sarmiento	Garza
15: Matará	Suncho Corral
16: Choya	Frías
17: Loreto	Villa San Martín (Est. Loreto)
18: Atamisqui	Villa Atamisqui
19: Salavina	Los Telares
20: Avellaneda	Herrera
21: General Taboada	Añatuya
22: Ojo de Agua	Villa Ojo de Agua
23: Quebrachos	Sumampa
24: Mitre	Villa Unión
25: Aguirre	Pinto
26: Belgrano	Bandera
27: Rivadavia	Selva

## PROVINCIA DE TUCUMAN

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Tati	
2: Trancas	
3: Burruyaco	
4: Capital	
5: Famaillá	
6: Cruz Alta	No tienen
7: Monteros	
8: Leales	
9: Chicligasta	
10: Río Chico	
11: Graneros	

## PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO, ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Río Grande	
2: Ushuaia	
3: Islas del Atlántico Sur	No tienen
4: Sector Antártico Argentino	

## BUENOS AIRES (DISTRITO FEDERAL)

-----

-----

## PROVINCIA DE BUENOS AIRES

### PARTIDO

### CABECERA

1: San Nicolás	San Nicolás de los Arroyos (Est. San Nicolás)
2: Ramallo	Ramallo
3: Colón	Colón
4: Pergamino	Pergamino
5: San Pedro	San Pedro
6: General Arenales	General Arenales (Est. Arenales)
7: Rojas	Rojas
8: Salto	Salto
9: Bartolomé Mitre	Arrecifes
10: Capitán Sarmiento	Capitán Sarmiento
11: Baradero	Baradero
12: Zárate	Zárate
13: General Villegas	General Villegas
14: General Pinto	General Pinto
15: Leandro N. Alem	Vedia
16: Junín	Junín
17: Chacabuco	Chacabuco
18: Carmen de Areco	Carmen de Areco
19: San Antonio de Areco	San Antonio de Areco
20: San Andrés de Giles	San Andrés de Giles
21: Exaltación de la Cruz	Capilla del Señor (Est. Capilla)
22: Campana	Campana
23: San Fernando	San Fernando
24: Escobar	Belén de Escobar (Est. Escobar)
25: Lincoln	Lincoln
26: General Viamonte	General Viamonte (Est. Los Toldos)
27: Bragado	Bragado
28: Alberti	Alberti (Est. A. Vaccarezze)
29: Chivilcoy	Chivilcoy
30: Suipacha	Suipacha
31: Mercedes	Mercedes
32: Luján	Luján
33: Pilar	Pilar
34: General Rodríguez	General Rodríguez
35: Navarro	Navarro
36: General Las Heras	General Las Heras
37: Marcos Paz	Marcos Paz
38: Tigre	Tigre
39: General Sarmiento	San Miguel
40: San Isidro	San Isidro
41: Moreno	Moreno
42: Morón	Morón
43: 3 de Febrero	Caseros
44: General San Martín	General San Martín (Est. San Martín)
45: Vicente López	Olivos
46: Merlo	Merlo
47: La Matanza	San Justo
48: Esteban Echeverría	Monte Grande
49: Lomas de Zamora	Lomas de Zamora
50: Lanús	Lanús
51: Avellaneda	Avellaneda
52: Almirante Brown	Almirante Brown (Est. Adrogué)
53: Quilmes	Quilmes
54: Berazategui	Berazategui
55: Florencio Varela	Florencio Varela
56: Rivadavia	Rivadavia (Est. América)
57: Carlos Tejedor	Carlos Tejedor
58: Trenque Lauquen	Trenque Lauquen
59: Pehuajó	Pehuajó
60: Carlos Casares	Carlos Casares
61: 9 de Julio	9 de Julio
62: 25 de Mayo	25 de Mayo
63: Saladillo	Saladillo
64: Roque Pérez	Roque Pérez

(continúa)

(continuación)

65: Lobos	Lobos
66: Monte	San Miguel del Monte (Est. Monte)
67: Cañuelas	Cañuelas
68: San Vicente	San Vicente
69: General Paz	Ranchos
70: Coronel Brandsen	Coronel Brandsen
71: La Plata	La Plata
72: Ensenada	Ensenada
73: Berisso	Berisso
74: Magdalena	Magdalena
75: Pellegrini	Pellegrini
76: Salliqueló	Salliqueló
77: Guaminí	Guaminí
78: Daireaux	Daireaux
79: Hipólito Irigoyen	Henderson
80: Bolívar	San Carlos de Bolívar (Est. Bolívar)
81: General Alvear	General Alvear
82: Tapalqué	Tapalqué
83: Las Flores	Las Flores
84: General Belgrano	General Belgrano
85: Pila	Pila
86: Chascomús	Chascomús
87: Castelli	Castelli
88: Olavarría	Olavarría
89: Azul	Azul
90: Rauch	Rauch
91: Ayacucho	Ayacucho
92: General Guido	General Guido
93: Dolores	Dolores
94: Tordillo	General Conesa
95: Maipú	Maipú
96: General Lavalle	General Lavalle
97: General Juan Madariaga	General Juan Madariaga (Est. Gral Madariaga)
98: Adolfo Alsina	Carhué
99: Puán	Puán
100: Saavedra	Pigüé
101: Coronel Suárez	Coronel Suárez
102: General Lamadrid	General Lamadrid
103: Laprida	Laprida
104: Benito Juárez	Benito Juárez (Est. Juárez)
105: Tandil	Tandil
106: Balcarce	Balcarce
107: Mar Chiquita	Coronel Vidal
108: Tornquist	Tornquist
109: Bahía Blanca	Bahía Blanca
110: Cnel de Marina Leonardo Rosales	Punta Alta
111: Coronel Pringles	Coronel Pringles (Est. Pringles)
112: Coronel Dorrego	Coronel Dorrego
113: Adolfo Gonzales Chaves	Adolfo Gonzales Chaves (Est. Gonzales Chaves)
114: Tres Arroyos	Tres Arroyos
115: San Cayetano	San Cayetano
116: Necochea	Necochea
117: Lobería	Lobería
118: General Alvarado	Miramar
119: General Pueyrredón	Mar del Plata
120: Villarino	Médanos
121: Patagones	Cármén de Patagones
122: Isla Martín García	-----

## PROVINCIA DE JUJUY

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Santa Catalina	Santa Catalina
2: Yaví	La Quiaca
3: Rinconada	Rinconada
4: Cochinoca	Abra Pampa
5: Susques	Susques
6: Humahuaca	Humahuaca
7: Tumbaya	Tumbaya
8: Tilcara	Tilcara
9: Valle Grande	Valle Grande
10: Capital	San Salvador de Jujuy (Est. Jujuy)
11: Ledesma	Libertador Gral San Martín (Est. Ledesma)
12: San Antonio	San Antonio
13: El Carmen	El Carmen
14: San Pedro	San Pedro (Est. San Pedro de Jujuy)
15: Santa Bárbara	Santa Clara

## PROVINCIA DE FORMOSA

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Ramón Lista	El Chorro
2: Matacos	Ingeniero G. N. Juárez
3: Bermejo	Laguna Yema
4: Patiño	Comandante Fontana
5: Pilagás	Espinillo
6: Pilcomayo	Clorinda
7: Pirané	Pirané
8: Formosa	Formosa
9: Laishi	San Francisco del Laishi

## PROVINCIA DEL CHUBUT

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Cushamen	Leleque
2: Gastre	Gastre
3: Telsen	Telsen
4: Biedma	Puerto Madryn
5: Futaleufú	Esquel
6: Languiñeo	Tecka
7: Tehuelches	José de San Martín
8: Paso de Indios	Paso de Indios
9: Mártires	Las Plumas
10: Gaimán	Gaimán
11: Rawson	Rawson
12: Florentino Ameghino	Camarones
13: Río Senguerr	Alto Río Senguerr
14: Sarmiento	Sarmiento
15: Escalante	Comodoro Rivadavia

## PROVINCIA DE ENTRE RIOS

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: La Paz	La Paz
2: Feliciano	San José de Feliciano
3: Federación	Federación
4: Federal	Federal
5: Concordia	Concordia
6: Paraná	Paraná
7: Villaguay	Villaguay
8: Colón	Colón
9: Diamante	Diamante
10: Nogoyá	Nogoyá
11: Tala	Rosario del Tala (Est. Tala)
12: Uruguay	Concepción del Uruguay
13: Victoria	Victoria
14: Gualeguay	Gualeguay
15: Gualeguaychú	Gualeguaychú

## PROVINCIA DE CORRIENTES

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Capital	Corrientes
2: San Cosme	San Cosme
3: Itatí	Itatí
4: San Luis del Palmar	San Luis del Palmar
5: Berón de Astrada	Berón de Astrada
6: General Paz	Nuestra Sra. del Rosario de Caa Catí
7: San Miguel	San Miguel
8: Ituzaingó	Ituzaingó
9: Santo Tomé	Santo Tomé
10: Empedrado	Empedrado
11: Saladas	Saladas
12: Mburucuyá	Mburucuyá
13: Concepción	Concepción
14: Bella Vista	Bella Vista
15: San Roque	San Roque
16: Mercedes	Mercedes
17: San Martín	La Cruz
18: General Alvear	Alvear
19: Lavalle	Santa Lucía
20: Goya	Goya
21: Esquina	Esquina
22: Curuzú Cuatiá	Curuzú Cuatiá
23: Paso de los Libres	Paso de los Libres
24: Sauce	Sauce
25: Monte Caseros	Monte Caseros

## PROVINCIA DEL CHACO

### DEPARTAMENTO

- 1: Almirante Brown
- 2: General Guemes
- 3: Maipú
- 4: Libertador Gral. San Martín
- 5: Chacabuco
- 6: 9 de Julio
- 7: General Belgrano
- 8: Independencia
- 9: Comandante Fernández
- 10: Quitilípi
- 11: 25 de Mayo
- 12: Presidente de la Plaza
- 13: Sargento Cabral
- 14: General Donovan
- 15: 1° de Mayo
- 16: Bermejo
- 17: 12 de Octubre
- 18: O' Higgins
- 19: San Lorenzo
- 20: Fray Justo Santa María de Oro
- 21: Mayor Luis J. Fontana
- 22: Tapenagá
- 23: Libertad
- 24: San Fernando

### CABECERA

- Pampa del Infierno  
Castelli (Est. Cnia. J. J. Castelli)  
Tres Isletas  
Gral. José de San Martín (Est. Zapallar)  
Charata  
Las Breñas  
Corzuela  
Campo Largo  
Presidencia Roque Sáenz Peña  
Quitilípi  
Machagal  
Presidencia de la Plaza  
Colonia Elisa  
Makallé  
Margarita Belén  
La Leonesa  
Gral. Pinedo  
San Bernardo  
Villa Berthet  
Santa Sylvina  
Villa Angela  
Charadai  
Pt. Tirol  
Resistencia

## PROVINCIA DE CATAMARCA

### DEPARTAMENTO

- 1: Antofagasta de la Sierra
- 2: Tinogasta
- 3: Belén
- 4: Santa María
- 5: Andalgalá
- 6: Pomán
- 7: Ambato
- 8: Paclín
- 9: Santa Rosa
- 10: Capital
- 11: Fray Mamerto Esquiú
- 12: Valle Viejo
- 13: El Alto
- 14: Capayán
- 15: Ancasti
- 16: La Paz

### CABECERA

- Antofagasta de la Sierra  
Tinogasta  
Belén  
Santa María  
Andalgalá  
Saujil  
La Puerta  
La Merced  
Bañado de Ovanta  
San Fernando del Valle de Catamarca  
San José  
San Isidro  
El Alto  
Huillapima  
Ancasti  
San Antonio (Est. San Antonio de la Paz)

## PROVINCIA DE CORDOBA

DEPARTAMENTO	CABECERA
1: Sobremonte	San Francisco del Chañar
2: Río Seco	Villa de María
3: Ischilín	Deán Funes
4: Tulumba	Villa Tulumba
5: Cruz del Eje	Cruz del Eje
6: Minas	San Carlos
7: Punilla	Cosquín
8: Totoral	Villa del Totoral
9: Colón	Jesús María
10: Río Primero	Santa Rosa de Río Primero (Est. Va. Sta. Rosa)
11: San Justo	San Francisco
12: Pocho	Salsacate
13: San Alberto	Villa Cura Brochero
14: Capital	Córdoba
15: Santa María	Alta Gracia
16: Río Segundo	Villa del Rosario
17: San Javier	Villa Dolores
18: Calamuchita	San Agustín
19: Tercero Arriba	Oliva
20: Gral. San Martín	Villa María
21: Unión	Bell Ville
22: Marcos Juárez	Marcos Juárez
23: Río Cuarto	Río Cuarto
24: Juárez Celman	La Carlota
25: Presidente Roque Sáenz Peña	Labouleye
26: General Roca	Villa Huidobro (Est. Cañada Verde)



**INTI**

INSTITUTO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL



**CIRSOC**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS  
REGLAMENTOS NACIONALES DE  
SEGURIDAD PARA LAS OBRAS CIVILES