




# Decreto Supremo

Nº 030 -2019-VIVIENDA


## DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LA NORMA TÉCNICA E.031 "AISLAMIENTO SÍSMICO" Y LA INCORPORA AL ÍNDICE DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA


CONSIDERANDO:



Que, de conformidad con la Ley Nº 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es competencia del Ministerio formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar las políticas nacionales y sectoriales en materia de vivienda, construcción, saneamiento, urbanismo y desarrollo urbano, bienes estatales y propiedad urbana, para lo cual dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;



Que, mediante Decreto Supremo Nº 015-2004-VIVIENDA se aprueba el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, norma rectora en el territorio nacional que establece los criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de habilitaciones urbanas y edificaciones, así como por Decreto Supremo Nº 011-2006-VIVIENDA se aprueban sesenta y seis (66) Normas Técnicas comprendidas en el referido índice;



Que, el artículo 15 de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por Resolución Ministerial Nº 355-2018-VIVIENDA, dispone que los nuevos establecimientos de salud públicos y privados de nivel II y III, según la clasificación del Ministerio de Salud, categorizados como Edificaciones Esenciales A1, deben contar con sistemas de aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3; y, según el artículo 23, se encuentra permitida la utilización de sistemas de aislamiento sísmico en otros tipos de edificaciones, a fin de mejorar su desempeño sísmico, proteger su estructura y mantener su operatividad en caso de siniestros;

Que, con el Informe Nº 007-2018-CPARNE de fecha 12 de noviembre de 2018, la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones - CPARNE eleva, entre otras, la propuesta sobre la viabilidad de la incorporación de la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" al Reglamento Nacional de Edificaciones, según el acuerdo que consta en el Acta de su Septuagésima Primera Sesión;

19-09-2018

Que, mediante los Informes N° 072-2019-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS y N° 1127-2019-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DC, la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento, emite opinión favorable sobre el proyecto de Decreto Supremo que aprueba la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" del Reglamento Nacional de Edificaciones y la incorpora a su Índice, señalando que dicha norma técnica establece los requisitos mínimos a cumplir en el diseño y construcción de las edificaciones con aislamiento sísmico y los ensayos necesarios para validar el comportamiento de los dispositivos del sistema de aislamiento sísmico, siendo el instrumento técnico óptimo que subsana el vacío existente en la materia;

Que, en atención a lo expuesto, corresponde aprobar la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico", incorporándola al Índice del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, con la finalidad de mejorar el desempeño sísmico de las edificaciones, proteger su estructura y buscar su operatividad continua;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el numeral 3) del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por el Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por el Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA; y, el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, que aprueba el Índice del Reglamento Nacional de Edificaciones;

#### DECRETA:

#### Artículo 1.- Aprobación de la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" del Reglamento Nacional de Edificaciones

Aprobar la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" del Reglamento Nacional de Edificaciones, la misma que forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

#### Artículo 2.- Incorporación la Norma Técnica E.031 al Reglamento Nacional de Edificaciones

Incorporar la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" al numeral III.2 Estructuras del Título III Edificaciones del Índice del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el artículo 2 del Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, conforme al texto siguiente:





# Decreto Supremo

## "REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

(...)

### III EDIFICACIONES

(...)

#### III.2 ESTRUCTURAS

(...)

*E.030 Diseño sismorresistente*

**E.031 Aislamiento Sísmico**

(...)"

#### Artículo 3.- Publicación y Difusión

Publicar el presente Decreto Supremo y la Norma Técnica aprobada en el artículo 1, en el portal institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.gob.pe/vivienda](http://www.gob.pe/vivienda)), el mismo día de su publicación en el diario oficial El Peruano.

#### Artículo 4.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

**Única.- Aplicabilidad de la norma en los proyectos de inversión pública y privada en ejecución**

La Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico" es de aplicación a los proyectos de inversión pública o privada que, a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, no cuenten con expediente técnico aprobado en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones - Invierte.pe o en los que no se haya solicitado la licencia de edificación ante las Municipalidades, respectivamente.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima a los cuatro días del mes de noviembre del año dos mil diecinueve.

  
MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO  
Presidente de la República

  
RODOLFO YAÑEZ WENDORFF  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento





PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción



# NORMA TÉCNICA E.031 AISLAMIENTO SÍSMICO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

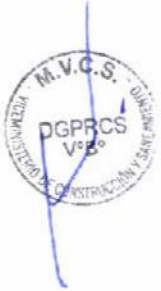
Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>DISPOSICIONES GENERALES</b> .....	<b>3</b>
Artículo 1.- Objeto .....	3
Artículo 2.- Finalidad .....	3
Artículo 3.- Ámbito de aplicación .....	3
Artículo 4.- Definiciones .....	3
Artículo 5.- Nomenclaturas .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>10</b>
<b>REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO</b> .....	<b>10</b>
Artículo 6.- Desarrollo y presentación del proyecto.....	10
Artículo 7.- Características técnicas a indicar en los planos .....	10
Artículo 8.- Configuración del sistema estructural.....	10
Artículo 9.- Sistema de aislamiento sísmico .....	11
Artículo 10.- Sistema Estructural .....	15
Artículo 11.- Elementos estructurales y componentes no estructurales .....	16
Artículo 12.- Efectos de las cargas sísmicas y combinaciones de cargas.....	16
Artículo 13.- Propiedades del sistema de aislamiento sísmico .....	17
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>24</b>
<b>DEFINICIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO</b> .....	<b>24</b>
Artículo 14.- Espectro del diseño.....	24
Artículo 15.- Registros de aceleración del suelo.....	25
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>26</b>
<b>SELECCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS PARA ESTRUCTURAS AISLADAS</b> .....	<b>26</b>
Artículo 16.- Diseño de las estructuras sísmicamente aisladas .....	26
Artículo 17.- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes .....	26
Artículo 18.- Análisis dinámico .....	27
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>28</b>
<b>PROCEDIMIENTO DE FUERZAS ESTÁTICAS EQUIVALENTES</b> .....	<b>28</b>
Artículo 19.- Características de deformación del sistema de aislamiento sísmico....	28
Artículo 20.- Desplazamientos laterales considerados para el diseño .....	28
Artículo 21.- Fuerzas laterales mínimas requeridas para el diseño.....	31
Artículo 22.- Distribución vertical de la fuerza.....	34





Artículo 23.- Límites de la distorsión angular de entrepiso o deriva ..... 35

**CAPÍTULO VI..... 36**

**PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DINÁMICO ..... 36**

Artículo 24.- Modelo estructural de la edificación ..... 36

Artículo 25.- Descripción de procedimientos ..... 37

Artículo 26.- Fuerzas y desplazamientos laterales mínimos ..... 38

**CAPÍTULO VII..... 40**

**REVISIÓN DEL DISEÑO..... 40**

Artículo 27.- Criterios para la revisión del diseño ..... 40

**CAPÍTULO VIII..... 41**

**ENSAYOS..... 41**

Artículo 28.- Validación de propiedades de los aisladores..... 41

Artículo 29.- Ensayos de cualificación ..... 42

Artículo 30.- Ensayos de los aisladores prototipo ..... 42

Artículo 31.- Secuencia y ciclo de los ensayos de los aisladores prototipo ..... 42

Artículo 32.- Ensayos dinámicos de los aisladores prototipo ..... 44

Artículo 33.- Aisladores prototipo cuyas propiedades dependen de cargas bidireccionales ..... 44

Artículo 34.- Carga vertical máxima y mínima de los aisladores prototipo ..... 44

Artículo 35.- Ensayos de prototipos de unidades similares..... 45

Artículo 36.- Determinación de las características fuerzas - deformación..... 45

Artículo 37.- Verificación de la calidad de los ensayos ..... 46

Artículo 38.- Ensayos de aisladores de obra ..... 48

Artículo 39.- Criterios de aceptación para cada aislador de obra ensayado ..... 48

Artículo 40.- Ensayo de deslizadores de obra ..... 48

Artículo 41.- Criterios de aceptación para cada deslizador de obra ensayado..... 49

Artículo 42.- Criterio de aceptación para el sistema de aislamiento sísmico..... 50

**ANEXO I. FACTORES EXTREMOS MODIFICATORIOS DE LAS PROPIEDADES**

**ANEXO II. VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LOS AISLADORES ELASTOMÉRICOS**

**ANEXO III. SECUENCIA Y CICLOS PARA ENSAYOS DE PROTOTIPOS**





## CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

### Artículo 1.- Objeto

La presente Norma Técnica establece los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones con cualquier tipo de sistema de aislamiento sísmico, así como las disposiciones aplicables de los ensayos necesarios para validar el comportamiento de los dispositivos del sistema de aislamiento sísmico.

### Artículo 2.- Finalidad

Mejorar el desempeño sísmico de las edificaciones, proteger su estructura y contenido y buscar su operatividad continua.

### Artículo 3.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Técnica es de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional, para las edificaciones con sistemas de aislamiento sísmico incluyendo aquellas indicadas en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, es aplicable en todo aquello que no contradiga las disposiciones de la presente norma técnica.

### Artículo 4.- Definiciones

Para efectos de la aplicación de la presente Norma Técnica se entiende por:

- 4.1 **Aislador:** Elemento estructural del sistema de aislamiento sísmico que es verticalmente rígido y horizontalmente flexible, y que permite grandes deformaciones laterales bajo sollicitaciones sísmicas.
- 4.2 **Amortiguamiento efectivo:** Valor del amortiguamiento viscoso equivalente correspondiente a la energía disipada en la respuesta cíclica del sistema de aislamiento sísmico, expresado como fracción del amortiguamiento crítico.
- 4.3 **Desplazamiento traslacional:** Desplazamiento lateral máximo en el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico, en la dirección de análisis, excluyendo el desplazamiento adicional generado por la torsión natural y accidental. El desplazamiento traslacional debe ser calculado separadamente con los límites inferior y superior de las propiedades del sistema de aislamiento sísmico.
- 4.4 **Desplazamiento total:** Desplazamiento lateral máximo, incluyendo el desplazamiento adicional generado por el efecto de la torsión natural y accidental, que se requiere para verificar la estabilidad de los aisladores y del sistema de aislamiento sísmico, para determinar las separaciones entre estructuras, y para los ensayos de los aisladores prototipo. El desplazamiento total debe ser calculado separadamente con los límites inferior y superior de las propiedades del sistema de aislamiento sísmico.



Handwritten signature





- 4.5 Edificaciones sísmicamente aisladas:** Edificaciones que incluyen un sistema de aislamiento sísmico, el cual permite desacoplar las vibraciones horizontales del suelo con las de la estructura, disipando de forma pasiva la energía sísmica.
- 4.6 Interfaz de aislamiento:** Zona o espacio generado por el sistema de aislamiento sísmico que está limitado en su parte superior por la superestructura, que está aislada, y en su parte inferior por la subestructura o cimentación, que se mueve rígidamente con el terreno.
- 4.7 Nivel de base:** Primer nivel de la estructura aislada por encima de la interfaz de aislamiento, el cual incluye vigas, losas, capiteles y todos los elementos de conexión.
- 4.8 Projectista:** Ingeniero civil colegiado responsable del diseño estructural de la edificación y del sistema de aislamiento sísmico.
- 4.9 Rigidez efectiva o secante:** El valor de la fuerza lateral en el sistema de aislamiento sísmico, o en parte de él, dividido entre el correspondiente desplazamiento lateral.
- 4.10 "Scragging":** Degradación temporal de las propiedades mecánicas de los aisladores elastoméricos, como resultado de acciones cíclicas.
- 4.11 Sismo máximo considerado (SMC):** Sismo cuyo efecto sísmico se define como 1,5 veces el del sismo de diseño especificado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- 4.12 Sistema de aislamiento sísmico:** Conjunto de elementos estructurales que incluye los aisladores, así como todos los elementos que transfieren fuerzas entre elementos del sistema de aislamiento sísmico, como vigas, losas, capiteles y sus conexiones. Asimismo, incluye los sistemas de restricción contra viento, los dispositivos de disipación de energía y los sistemas de restricción de desplazamiento, siempre que estos elementos sean usados para satisfacer los requisitos mínimos de diseño de esta Norma Técnica. Ver figura N° 1.

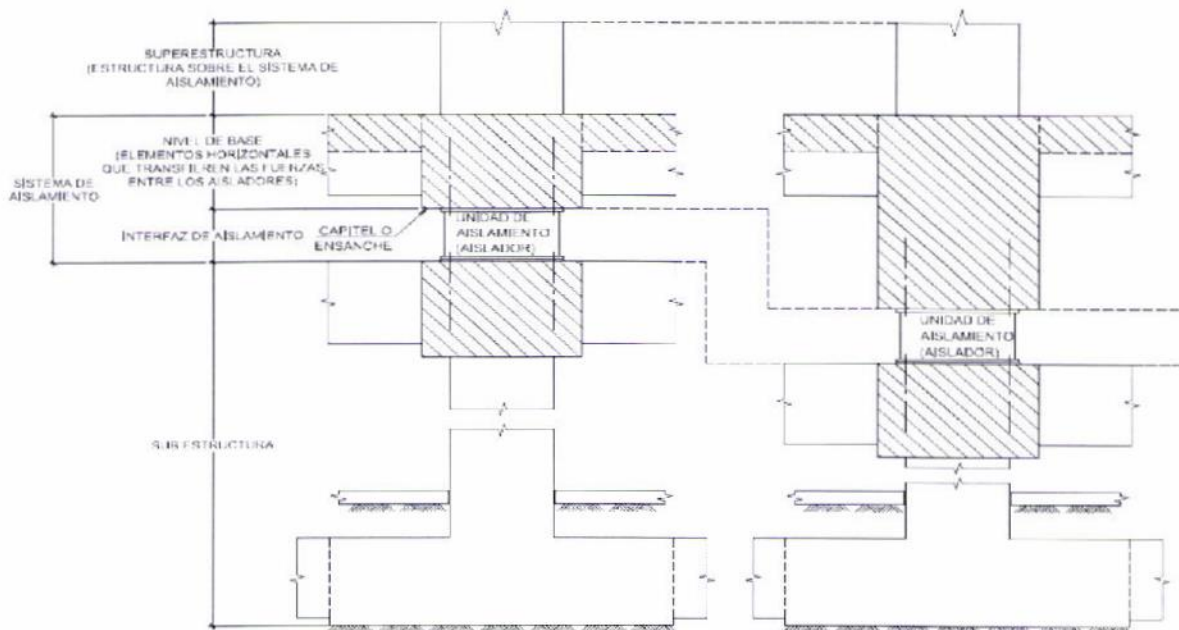


Figura N°1: Sistema de aislamiento sísmico

**4.13 Sistema de restricción de desplazamiento:** Conjunto de elementos estructurales que controlan progresivamente el desplazamiento lateral de las estructuras sísmicamente aisladas.

**4.14 Sistema de restricción contra viento:** Conjunto de elementos estructurales que restringen los desplazamientos de la estructura aislada cuando está sometida a cargas de viento. Puede estar incorporado en los aisladores o estar constituido por dispositivos independientes.

**Artículo 5.- Nomenclaturas**

N°	Nomenclatura	Significado
1	$B_M =$	Factor de amortiguamiento, correspondiente a la razón entre la ordenada espectral para 5% del amortiguamiento crítico y la ordenada espectral para el amortiguamiento efectivo $\beta_M$ correspondiente al desplazamiento traslacional $D_M$ , que se indica en la Tabla N° 5.
2	$b =$	Dimensión menor de la proyección en planta de la estructura, medida perpendicularmente a la dimensión mayor, $d$ , expresada en milímetros.
3	$C =$	Factor de amplificación sísmica definido en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
4	$D_M =$	Desplazamiento traslacional en el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico, en la dirección de análisis, determinado con la ecuación 6, expresada en milímetros.
5	$D'_M =$	Desplazamiento en el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico, en la dirección de análisis,



*[Handwritten signature]*











		determinado con la ecuación 16, expresada en milímetros.
6	$D_{TM} =$	Desplazamiento total de un elemento del sistema de aislamiento sísmico, en la dirección de análisis, que incluye la traslación en el centro de rigidez y la componente torsional, determinado con la ecuación 8, expresada en milímetros.
7	$d =$	Dimensión mayor de la proyección en planta de la estructura, expresada en milímetros.
8	$E_{ciclo} =$	Energía disipada en un aislador durante un ciclo completo de ensayo con carga reversible, para un rango de desplazamiento desde $\Delta^+$ hasta $\Delta^-$ , medida por el área encerrada en la curva fuerza – desplazamiento, expresada en kilonewton por milímetro (kN.mm).
9	$e =$	Excentricidad obtenida como la suma de la distancia en planta entre el centro de masa de la estructura sobre la interfaz de aislamiento y el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico, más la excentricidad accidental, tomada como 5% de la mayor dimensión en planta del edificio en dirección perpendicular a la de la fuerza sísmica considerada, expresada en milímetros.
10	$F^- =$	Mínima fuerza negativa en un aislador durante un ciclo de ensayo de un prototipo, correspondiente a la amplitud de desplazamiento $\Delta^-$ , expresada en kN.
11	$F^+ =$	Máxima fuerza positiva en un aislador durante un ciclo de ensayo de un prototipo, correspondiente a la amplitud de desplazamiento $\Delta^+$ , expresada en kN.
12	$F_1 =$	Fuerza sísmica lateral en el nivel de base, determinada con la ecuación 13 del artículo 22, expresada en kN.
13	$F_i =$	Fuerza lateral en el nivel i determinada con la ecuación 14 del artículo 22, expresada en kN.
14	$g =$	Aceleración de la gravedad (9 810 mm/s <sup>2</sup> ).
15	$h_i =$	Altura del nivel i respecto al nivel de base, expresada en milímetros.
16	$k_M =$	Rigidez efectiva (secante) del sistema de aislamiento sísmico en el desplazamiento traslacional en la dirección de análisis, determinada con la ecuación 3 del artículo 13, expresada en kN.mm.
17	$k_{eff} =$	Rigidez efectiva (secante) de un aislador, determinada con la ecuación 17 del artículo 36, expresada en kN.mm.
18	$n =$	Número de pisos de la estructura sobre la interfaz de aislamiento.
19	$N =$	Número de aisladores.
20	$P =$	Peso de la estructura sobre la interfaz de aislamiento, determinada en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, expresado en kN.
21	$p_i =$	Parte del peso P que se ubica en o se asigna al nivel i, expresada en kN.mm.
22	$P_s =$	Peso sísmico efectivo de la estructura sobre la interfaz de aislamiento, calculado en forma similar a P pero sin incluir el nivel de base, expresado en kN.mm.





23	$r_a =$	Radio de giro del sistema de aislamiento sísmico, expresado en milímetros, el cual es igual a $\frac{1}{12}(b^2 + d^2)^{1/2}$ en sistemas de aislamiento con planta rectangular de dimensiones $b \times d$ .
24	$R_0 =$	Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas para la superestructura considerándola como si fuera de base fija, según lo indicado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
25	$R_a =$	Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas para la estructura sobre el sistema de aislamiento sísmico, calculado como $3/8R_0$ pero no menor que 1 ni mayor que 2.
26	$S =$	Factor de amplificación del suelo definido en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
27	$S_{aM} =$	Ordenada del espectro elástico de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo máximo considerado, expresado en milímetros sobre segundo al cuadrado ( $mm/s^2$ ), determinada con la ecuación 5 del artículo 14.
28	$T_f =$	Período fundamental de la estructura considerada con base fija, en la dirección de análisis, evaluado con los procedimientos dinámicos indicados en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, expresada en segundos.
29	$T_M =$	Período efectivo de la estructura sísmicamente aislada, asociado al desplazamiento traslacional $D_M$ en la dirección de análisis, determinada con la ecuación 7 artículo 20, expresado en segundos.
30	$U =$	Factor de uso e importancia, igual a 1.
31	$V_b =$	Fuerza cortante total en el sistema de aislamiento sísmico o en los elementos bajo el nivel de aislamiento, determinada con la ecuación 10, expresada en kN.
32	$V_s =$	Fuerza cortante en la base de la estructura sobre el sistema de aislamiento sísmico, determinada con la ecuación 11 y con los límites indicados en el numeral 21.3 del artículo 21 de la presente Norma Técnica, expresada en kN.
33	$V_{st} =$	Fuerza cortante no reducida actuante sobre los elementos por encima del nivel de base, determinada con la ecuación 12, expresada en kN.
34	$x_i, y_i =$	Distancias horizontales entre el centro de masas del sistema de aislamiento sísmico y el aislador $i$ -ésimo, medidas en las direcciones de los ejes del sistema de aislamiento sísmico, expresada en milímetros.
35	$y =$	Distancia entre el centro de rigidez del sistema de aislamiento sísmico y el elemento de interés, medida perpendicularmente a la dirección de la sollicitación sísmica considerada, expresada en milímetros.
36	$Z =$	Factor de zona definido en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.
37	$\beta_M =$	Amortiguamiento efectivo del sistema de aislamiento sísmico para el desplazamiento traslacional $D_M$ .



		determinado con la ecuación 4 (expresado como fracción del amortiguamiento crítico).
38	$\beta_{eff} =$	Amortiguamiento efectivo de un dispositivo del sistema de aislamiento sísmico, determinado con la ecuación 18 (expresado como fracción del amortiguamiento crítico).
39	$\Delta^+ =$	Desplazamiento positivo máximo de un aislador durante cada ciclo de ensayo de un prototipo, expresado en milímetros.
40	$\Delta^- =$	Desplazamiento negativo mínimo de un aislador durante cada ciclo de ensayo de un prototipo, expresado en milímetros.
41	$\lambda_{m\acute{a}x} =$	Factor modificador para determinar el máximo valor de una propiedad del aislador, teniendo en cuenta todas las fuentes de variabilidad, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
42	$\lambda_{m\acute{i}n} =$	Factor modificador para determinar el mínimo valor de una propiedad del aislador, teniendo en cuenta todas las fuentes de variabilidad, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
43	$\lambda_{(ae,m\acute{a}x)} =$	Factor modificador para determinar el máximo valor de una propiedad del aislador, considerando las condiciones ambientales y el envejecimiento, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
44	$\lambda_{(ae,m\acute{i}n)} =$	Factor modificador para determinar el mínimo valor de una propiedad del aislador, considerando las condiciones ambientales y el envejecimiento, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
45	$\lambda_{(tvs,m\acute{a}x)} =$	Factor modificador para determinar el máximo valor de una propiedad del aislador, considerando las condiciones de temperatura, velocidad de carga y scragging, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
46	$\lambda_{(tvs,m\acute{i}n)} =$	Factor modificador para determinar el mínimo valor de una propiedad del aislador, considerando las condiciones de temperatura, velocidad de carga y scragging, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
47	$\lambda_{(fab,m\acute{a}x)} =$	Factor modificador para determinar el máximo valor de una propiedad del aislador, considerando la variabilidad en la fabricación de aisladores de la misma dimensión, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
48	$\lambda_{(fab,m\acute{i}n)} =$	Factor modificador para determinar el mínimo valor de una propiedad del aislador, considerando la variabilidad en la fabricación de aisladores de la misma dimensión, como se indica en el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.
49	$P_T =$	Razón entre el período traslacional efectivo del sistema de aislamiento sísmico y el período rotacional efectivo del sistema de aislamiento sísmico, calculada mediante un análisis dinámico o como se indica en la ecuación 9, pero no requiere ser menor que 1.





50	$\sum E_M =$	Energía total disipada por el sistema de aislamiento sísmico durante un ciclo completo de respuesta al desplazamiento $D_M$ , expresada en kN.mm .
51	$\sum  F_M^+  =$	Sumatoria de los valores absolutos de las fuerzas en todos los aisladores del sistema de aislamiento sísmico para un desplazamiento positivo igual al desplazamiento $D_M$ , expresada en kN .
52	$\sum  F_M^-  =$	Sumatoria de los valores absolutos de las fuerzas en todos los aisladores del sistema de aislamiento sísmico para un desplazamiento negativo igual al desplazamiento $D_M$ , expresada en kN .




## CAPÍTULO II REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO

### Artículo 6.- Desarrollo y presentación del proyecto

- 6.1 El proyecto de aislamiento debe especificar las características técnicas del sistema de aislamiento sísmico sin especificar el tipo de dispositivos, fabricante o proveedor.
- 6.2 Los rangos para las características técnicas de diseño del sistema de aislamiento sísmico deben ser definidos para garantizar que en la ejecución del proyecto puedan ser utilizadas distintas alternativas de dispositivos de aislamiento existentes en el mercado.
- 6.3 El programa de monitoreo, inspección y mantenimiento se debe preparar y presentar como parte del proyecto.

### Artículo 7.- Características técnicas a indicar en los planos

7.1. En los planos estructurales se debe indicar como mínimo lo siguiente:

- a) Para el sistema de aislamiento sísmico:
- Desplazamientos traslacional y total correspondientes al SMC.
  - Rigidez y amortiguamiento efectivos al desplazamiento traslacional correspondiente al SMC.
- b) Para cada tipo de dispositivos:
- Desplazamiento máximo.
  - Rigidez y amortiguamiento efectivos nominales.
  - Rango para rigidez y amortiguamiento efectivos.
  - Carga axial última para el desplazamiento total.
  - Factores de seguridad requeridos.
  - Factores extremos modificatorios de las propiedades según el Anexo I.

7.2. Las propiedades de los componentes y del sistema de aislamiento sísmico provistos para la obra deben ser verificadas por el proyectista, en función de los resultados de los ensayos de unidades prototipos y de obra.

### Artículo 8.- Configuración del sistema estructural

8.1 **Calificación de la regularidad estructural:** La estructura sobre el sistema de aislamiento sísmico debe ser calificada como regular o irregular. Para ello debe verificarse la existencia o no de los siguientes tipos de irregularidades indicadas en las tablas de irregularidades estructurales en altura y en planta de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente:

- Irregularidad de rigidez - Piso Blando
- Irregularidad de resistencia - Piso Débil
- Irregularidad de rigidez extrema - Piso Blando



- Irregularidad extrema de resistencia - Piso Débil
- Irregularidad por discontinuidad extrema en los sistemas resistentes
- Irregularidad torsional extrema en planta.

8.2 **Restricciones a las irregularidades:** De acuerdo a la categoría de una edificación, según la Tabla "Categoría de las edificaciones" de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, y la zona donde se ubique, la edificación se debe diseñar respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N°1.

Tabla N°1		
Categoría y regularidad de edificaciones aisladas		
Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A y B	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2 y 1	Sin restricciones
C	4	No se permiten irregularidades extremas
	3, 2 y 1	Sin restricciones

**Artículo 9.- Sistema de aislamiento sísmico**

Para el diseño del sistema de aislamiento sísmico se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

9.1 **Condiciones ambientales:** Adicionalmente a los requerimientos por cargas verticales y cargas laterales inducidas por viento y sismo, el sistema de aislamiento sísmico debe ser diseñado teniendo en cuenta otras condiciones ambientales, incluyendo efectos de envejecimiento, flujo plástico (creep), fatiga, temperatura de operación y la posible exposición a la humedad o a sustancias nocivas según indica el numeral 13.3 del artículo 13 de la presente Norma Técnica.

**9.2 Fuerzas de viento:**

- Las edificaciones sísmicamente aisladas deben ser capaces de resistir cargas de viento, en todos los niveles, sobre la interfaz de aislamiento, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Técnica E.020 Cargas.
- En la interfaz de aislamiento se debe incluir un sistema de restricción frente a cargas laterales de viento que, en condiciones habituales de operación, limite el desplazamiento del sistema de aislamiento sísmico a un valor igual al que se permite en los entresijos de la superestructura.



Handwritten signature





### 9.3 Resistencia al fuego:

- a) No se permiten materiales inflamables en la zona del sistema de aislamiento sísmico.
- b) La protección al fuego debe incluir sistemas tales como: rociadores automáticos, agua pulverizada, espuma, cobertores contra fuego u otros; así como también contar un sistema de detección térmica.
- c) En el caso de estacionamientos, el sistema contrafuego debe tomar en cuenta la ubicación de los dispositivos del sistema de aislamiento sísmico, para darles mayor protección.

9.4 **Fuerza de restitución lateral:** El sistema de aislamiento sísmico debe ser diseñado para que sea capaz de producir una fuerza lateral de restitución en el desplazamiento máximo, considerando tanto sus propiedades límite superior como inferior, a fin que resulte mayor en por lo menos  $0,025 P$  a la fuerza lateral correspondiente al 50% del desplazamiento máximo.

9.5 **Restricción al desplazamiento sísmico:** Cuando se provea un sistema de restricción de desplazamiento sísmico que limite el desplazamiento lateral, este no debe restringir los desplazamientos por debajo del desplazamiento total máximo ( $D_{TM}$ ) producido por el SMC, a menos que la estructura sísmicamente aislada sea diseñada cumpliendo con todos los siguientes criterios:

- a) La respuesta al SMC debe ser calculada con los procedimientos de análisis dinámico establecidos en el capítulo VI de la presente Norma Técnica, considerando explícitamente las características no lineales del sistema de aislamiento sísmico, de la estructura sobre el sistema de aislamiento sísmico y del sistema de restricción de desplazamiento sísmico.
- b) Las capacidades últimas del sistema de aislamiento sísmico y de los elementos estructurales, bajo el sistema de aislamiento sísmico, deben exceder las demandas de resistencia y de desplazamiento del SMC.
- c) El dispositivo de restricción de desplazamiento sísmico no debe activarse para un desplazamiento menor que 0,60 veces el desplazamiento total máximo ( $D_{TM}$ ).
- d) La estructura sobre el sistema de aislamiento sísmico debe ser revisada para las demandas de estabilidad y de ductilidad del SMC.

### 9.6 Estabilidad por carga vertical:

- a) Cada elemento del sistema de aislamiento sísmico debe ser diseñado para ser estable bajo la máxima y mínima carga vertical indicada en el



numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica, en ambos casos estando sometido al desplazamiento total.

- b) Los factores de seguridad y la metodología de cálculo para los aisladores elastoméricos se detallan en el Anexo II de la presente Norma Técnica.

#### 9.7 Volteo:

- a) El factor de seguridad contra el volteo de la estructura en la interfaz de aislamiento no será inferior a 1,0 para cada una de las combinaciones de carga requeridas.
- b) Todas las condiciones de carga de gravedad y sísmicas deben ser analizadas durante el proceso de diseño de la edificación.
- c) Las fuerzas laterales para el cálculo del volteo deben ser calculadas con el SMC, y para la fuerza vertical equilibrante, se usará el peso P sin factorar, calculado según la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
- d) No se permite el levantamiento local (uplift) de los aisladores, a menos que se demuestre que las deformaciones resultantes no causan sobreesfuerzos o inestabilidad de las unidades de aislamiento o de otros elementos en la estructura.

#### 9.8. Monitoreo, inspección y reemplazo:

- a) Las edificaciones sísmicamente aisladas deben contar con un programa de monitoreo, inspección y mantenimiento del sistema de aislamiento sísmico, que es establecido por el proyectista y es considerado parte integrante del proyecto.

Las operaciones de mantenimiento deben incluir inspecciones adecuadas y periódicas, que garanticen el cumplimiento de la presente Norma Técnica

- b) Los proyectos de instituciones públicas sísmicamente aislados deben contar con un sistema de monitoreo de la actividad sísmica que incluya instrumentación a nivel del terreno, en la base del edificio sobre el nivel de aislamiento y en su nivel superior, con el fin de medir desplazamientos, aceleraciones u otras variables que el proyectista considere conveniente registrar durante la vida útil del edificio.
- c) Estos sistemas de instrumentación deben ser compatibles con las especificaciones técnicas, sistemas de conexión y transmisión de datos, los cuales deben estar debidamente aprobados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), conforme lo establecido por la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.



- d) Se debe proveer acceso para la inspección y para el eventual reemplazo de los componentes del sistema de aislamiento sísmico.
- e) La altura mínima efectiva del nivel de piso terminado a fondo de losa debe ser 1,5 m.
- f) El proyectista debe garantizar la factibilidad de reemplazo de las unidades de aislamiento.
- g) El proyectista, o un ingeniero civil colegiado que lo represente, debe efectuar inspecciones u observaciones de las zonas de separación de la estructura sísmicamente aislada, de los componentes que cruzan la interfaz de aislamiento y del sistema de monitoreo, antes de la conformidad final de la obra.
- h) Estas inspecciones y observaciones deben quedar asentadas en el cuaderno de obra, debiendo indicar que las condiciones son tales que permitirán el libre desplazamiento de la estructura sin trabas hasta los niveles máximos de diseño y que todos los componentes que cruzan la interfaz de aislamiento son capaces de acomodarse a los desplazamientos relativos indicados en los planos del proyecto.
- i) Luego de la conformidad de obra, el propietario es responsable de mantener operativo el sistema de aislamiento sísmico, para lo cual debe ordenar la inspección del mismo, al menos una vez cada dos años, por un ingeniero civil colegiado con experiencia en el diseño o construcción de edificaciones sísmicamente aisladas.
- j) En la inspección referida en el literal i) precedente, se debe revisar como mínimo lo siguiente:
- Las juntas de separación sísmicas, según proyecto.
  - Las obstrucciones que impidan o limiten el desplazamiento del edificio a valores menores que el desplazamiento máximo (incluyendo torsión) indicado en los planos del proyecto.
  - Las interferencias de instalaciones de cualquier tipo en la zona de interfaz de aislamiento que restrinjan el desplazamiento del edificio o que, después de su rotura, puedan causar inoperatividad en la edificación.
  - La implementación y funcionamiento del sistema de monitoreo instalado en la edificación.
  - La correcta operatividad del sistema de protección contra el fuego instalado en la interfaz de aislamiento.
  - En edificaciones sin sótanos, verificar que el ambiente por debajo de la interfaz de aislamiento destinado a inspección y reemplazo no sea usado como depósito de materiales u otro fin para el cual no fue proyectado.

- La ausencia de material inflamable en la zona del sistema de aislamiento sísmico.

- k) Terminada la inspección, el ingeniero debe emitir un informe detallado de los hallazgos, el cual es entregado al propietario para el levantamiento de las observaciones.
- l) Cualquier modificación o reparación en la interfaz del sistema de aislamiento sísmico, incluyendo los componentes que la cruzan, debe llevarse a cabo bajo la dirección de un ingeniero civil colegiado con experiencia en el diseño o construcción de edificios sísmicamente aislados.
- m) Después de la ocurrencia de un evento sísmico con intensidades de Mercalli mayores o iguales a 6, se debe realizar una inspección y elaborar un informe del estado del sistema de aislamiento sísmico.

### Artículo 10.- Sistema Estructural

#### 10.1 Distribución de la fuerza horizontal:

En la parte superior de la interfaz de aislamiento debe existir un diafragma rígido u otros elementos estructurales que provean continuidad y que posean resistencia y ductilidad adecuadas para transmitir fuerzas de una parte a otra de la estructura.

#### 10.2 Separación entre edificaciones:

La separación mínima entre la estructura sísmicamente aislada y los muros de contención u otros obstáculos fijos en los alrededores, así como la distancia al límite de propiedad, no debe ser menor que el desplazamiento total máximo ( $D_{TM}$ ).

#### 10.3 Estructuras que no son edificaciones:

Las estructuras que no califican como edificaciones - tales como tanques elevados o apoyados, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas, estructuras industriales y todas aquellas estructuras cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones - se pueden diseñar y construir como estructuras sísmicamente aisladas, empleando los desplazamientos y fuerzas calculadas, de acuerdo a la tipología de la estructura a diseñar.



*Handwritten signature*



### Artículo 11.- Elementos estructurales y componentes no estructurales

#### 11.1 Componentes sobre la interfaz de aislamiento:

Los elementos de las estructuras sísmicamente aisladas y los componentes no estructurales, o parte de ellos, situados sobre la interfaz de aislamiento, deben ser diseñados para resistir acciones conforme a lo establecido en los capítulos V y VI de la presente Norma Técnica.

#### 11.2 Componentes que cruzan la interfaz de aislamiento:

Los elementos de las estructuras sísmicamente aisladas y los componentes no estructurales, o parte de los mismos, que cruzan la interfaz de aislamiento, deben ser diseñados de manera que no sufran daños frente al desplazamiento total ( $D_{TM}$ ), incluyendo cualquier desplazamiento residual permanente.

#### 11.3 Componentes por debajo de la interfaz de aislamiento:

Todos los elementos que están por debajo de la interfaz de aislamiento deben ser diseñados considerando la fuerza  $V_b$ , calculada según el procedimiento de análisis utilizado, sin reducir.

#### 11.4 Componentes estructurales de grandes luces:

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los 2/3 del espectro elástico definido en el numeral 14.4 del artículo 14 de la presente Norma Técnica. Para el caso de voladizos se debe considerar un factor de reducción  $R_0=3$ .

### Artículo 12.- Efectos de las cargas sísmicas y combinaciones de cargas

12.1 Todos los elementos de la estructura sísmicamente aislada, incluidos los que no forman parte del sistema sismorresistente, deben ser diseñados utilizando las cargas sísmicas establecidas en esta Norma Técnica y las combinaciones de cargas adicionales para el diseño del sistema de aislamiento sísmico y para las pruebas de prototipos de unidades de aislamiento indicadas en el numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica.

12.2 Los promedios mínimo y máximo de la carga vertical aplicada a cada unidad tipo de aislador, deben ser calculados aplicando cargas sísmicas horizontales, debidas al SMC, y a las siguientes combinaciones de cargas:

- a) Carga vertical promedio:  
1,0 CM + 0,5 CV





- b) Carga vertical máxima:  
 $1,25 (CM + CV) + 1,0 (CSH + CSV) + 0,2 CN$
- c) Carga vertical mínima:  
 $0,9 CM - 1,0 (CSH + CSV)$

Donde:

- CM : Carga muerta.
- CV : Carga viva.
- CSH : Carga sísmica horizontal.
- CSV : Carga sísmica vertical =  $0,5 (1,5 ZS) CM$ .
- CN : Carga de nieve.

**Artículo 13.- Propiedades del sistema de aislamiento sísmico**

Todos los componentes del sistema de aislamiento sísmico se clasifican y agrupan según el tipo y tamaño del aislador y de acuerdo al tipo y tamaño de los dispositivos de amortiguamiento suplementario, cuando estos últimos componentes formen parte del sistema de aislamiento sísmico. Los criterios que se debe cumplir son:

13.1 Propiedades nominales de un aislador:

- a) Las propiedades nominales de diseño de cada tipo de unidad de aislamiento están basadas en las propiedades promedio de tres ciclos del ensayo de los prototipos, definidos en el artículo 31 de la presente Norma Técnica.
- b) La variación de las propiedades de la unidad de aislamiento con la carga vertical aplicada se establece en un solo ciclo de deformación representativo, promediando las propiedades determinadas al emplear las tres combinaciones de cargas verticales especificadas en el numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica en cada nivel de desplazamiento, cuando deba considerarse, según lo establece el artículo 31 de la presente Norma Técnica.
- c) Si los valores medidos de rigidez efectiva y amortiguamiento efectivo de un aislador para la Carga vertical promedio indicada en el numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica difieren en menos de 15%, de aquellos basados en el promedio de los valores medidos para las tres combinaciones de cargas verticales definidas en el numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica, las propiedades de diseño nominal deben ser calculadas sólo para la combinación de Carga vertical promedio del numeral 12.2 del artículo 12 de la presente Norma Técnica.





13.2 Propiedades límites de los componentes del sistema de aislamiento sísmico:

Las propiedades límites del sistema de aislamiento sísmico son calculadas para cada tipo de componente y deben incluir las variaciones relacionadas con:

- a) Las mediciones en el ensayo del prototipo del artículo 31 (Secuencia y ciclos de los ensayos de los aisladores prototipo) de la presente Norma Técnica considerando la variación en las propiedades de la unidad de aislamiento prototipo, debido a la variación requerida en el ensayo de carga vertical, velocidad de carga de prueba o efectos de velocidad, efectos de calentamiento durante el movimiento cíclico, historia de carga, degradación temporal de las propiedades mecánicas con ciclos repetidos (scragging) y otras posibles fuentes de variación medidas en el ensayo del prototipo.
- b) Las permitidas por las tolerancias de especificación de fabricación empleadas para determinar la aceptabilidad de la producción de los aisladores, como es requerido en el artículo 38 de la presente Norma Técnica.
- c) Las debidas al envejecimiento y efectos ambientales incluyendo flujo plástico (creep), fluencia, fatiga, contaminación, temperatura de funcionamiento, duración de la exposición a esta temperatura, y el desgaste durante la vida de la estructura.

13.3 Factores de modificación de las propiedades:

- a) El diseño de estructuras sísmicamente aisladas, incluyendo la cimentación, sistema de aislamiento sísmico y la superestructura, debe considerar la posible influencia de la velocidad de carga y las variaciones en las propiedades del aislador durante la vida útil esperada de la estructura, incluyendo cambios debidos al envejecimiento, contaminación, exposición al ambiente y temperatura.
- b) Los factores de modificación de las propiedades, máximo y mínimo ( $\lambda$ ), se utilizan para tener en cuenta la variación de los parámetros de diseño nominal de cada tipo de unidad de aislamiento por los efectos del calentamiento debido al movimiento dinámico cíclico, velocidad de carga, scragging y recuperación, variabilidad en las propiedades de producción, temperatura, envejecimiento, exposición ambiental y contaminación.
- c) Cuando los datos de ensayo de cualificación de un fabricante específico, en concordancia con lo especificado en el artículo 29 (Ensayos de Cualificación) de la presente Norma Técnica, hayan sido aprobados por el ingeniero responsable del diseño estructural, y los valores de modificación ( $\lambda$ ) estén comprendidos en la Tabla N°2, los valores para los factores de modificación de las propiedades ( $\lambda$ ) deben tomarse de la

