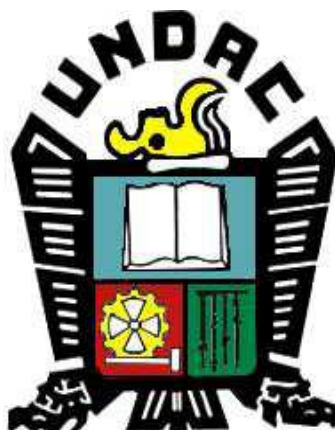


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



TESIS

**Influencia en las edificaciones ante los cambios de la “norma E0.30
Diseño sismorresistente” del distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018**

Para optar el título profesional de;

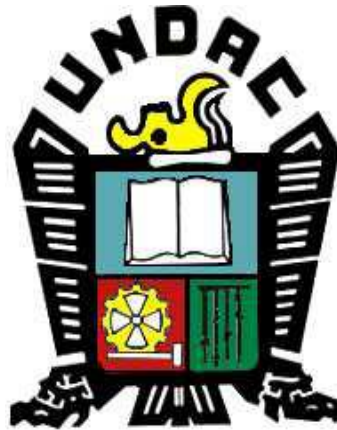
Ingeniero Civil.

Autor: Bach. Miguel Eduardo TASAYCO VARGAS

Asesor: Arq. José German RAMÍREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Influencia en las edificaciones ante los cambios de la “norma
E0.30 Diseñosismoresistente” del distrito de Yanacancha,
Pasco 2017-2018**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Mg. Ramiro SIUCE BONIFACIO
MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedicado a mi padre que con todo su esfuerzo y dedicación supo sacarme a mis hermanos y a mi adelante.

RECONOCIMIENTO

Quiero dar un enorme reconocimiento a los docentes de la escuela de formación profesional de ingeniería civil, que asumieron el enorme reto de formar profesionales competentes para nuestra nación.

RESUMEN

En el presente trabajo se ha analizado la “INFLUENCIA EN LAS EDIFICACIONES ANTE LOS CAMBIOS DE LA “NORMA E0.30 DISEÑOSISMORRESISTENTE” DEL DISTRITO DE YANACANCHA, PASCO 2017-2018”, esta tesis abarca el análisis y diseño estructural de una edificación usando la norma sismorresistente NTE.030 aprobada en el año 2003 y vigente hasta enero del año 2016 donde entra en vigencia la nueva norma técnica NTE.030. Se analizará y diseñará la estructura del edificio propuesta en la tesis usando la norma vigente de diseño sismorresistente, luego se realizará una comparación estructural y económica.

El edificio es de diversos niveles, se encuentra ubicado en el distrito de Yanacancha, en la ciudad de Pasco y el terreno sobre el cual se cimentará la estructura que tiene una buena capacidad portante.

El sistema estructural está conformado por muros, columnas y vigas de concreto armado, las losas de techo son aligerados convencionales y losas macizas los cuales pueden considerarse como diafragmas rígidos.

El análisis sísmico se hizo mediante un modelo pseudotridimensional de la estructura en el programa Etabs 9.7.4. El modelo planteado tiene tres grados de libertad por piso y el sistema estructural predominante en ambas direcciones es de muros de concreto armado que permiten controlar los desplazamientos laterales del edificio.

La estructura se diseñará y analizará cumpliendo los requisitos de la norma actual de diseño sismorresistente NTE.030, y calculando la resistencia de los elementos de concreto armado según la norma NTE.060. La comparación de resultados en cuanto a la estructura será sobre parámetros sísmicos, periodos, cortante basal, desplazamientos, junta sísmica, fuerzas internas en un elemento estructural representativo (viga, columna y placa).

Se realizará el metrado, según las especificaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), de todos los elementos de concreto armado de la estructura diseñada con la norma sismorresistente del 2003 y del 2016, se asignará un precio común a cada partida y realizaremos la comparación económica.

Palabras clave: Norma E030; RNE; Influencia de las normas.

SUMMARY

In the present work the "INFLUENCE ON BUILDINGS BEFORE CHANGES OF THE" E0.30 DISEÑOSISMORESISTENTE RULE "OF YANACANCHA DISTRICT, PASCO 2017-2018", this thesis covers the analysis and design of a building. .030 approved in 2003 and in force until January 2016, when the new technical standard NTE.030 comes into force. The structure of the building proposed in the thesis will be analyzed and designed using the current seismic resistant design standard, then it is a structural and economic comparison.

The building is of different levels, it is located in the district of Yanacancha, in the city of Pasco and the land on which the structure of a good port capacity will be built.

The structural system is made up of walls, columns and concrete beams.

The seismic analysis was made using a pseudotrídimensional model of the structure in the Etabs 9.7.4 program. The proposed model has three degrees of freedom per floor and the predominant structural system in both directions is in concrete walls that allow controlling the lateral displacements of the building.

The structure will be designed and analyzed the requirements of the current norm of the seismic design NTE.030 and the resistance of the elements of reinforced concrete according to the NTE.060 standards.

The comparison of results in terms of structure will be on the seismic parameters, periods, basal shear, displacements, seismic joint, internal forces in a representative structural element (beam, column and plate).

This is a meter, in accordance with the specifications of the National Building Regulations (RNE), of all concrete elements, armed with the structure, the seismic resistant standard of 2003 and 2016, a common price will be assigned to each item and we will make the economic comparison.

Keywords: Standard E030; RNE; Influence of the norms.

INTRODUCCION

Nuestro País tiene un crecimiento en su desarrollo de la investigación en la ingeniería sismorresistente, razón por la que al elaborar nuestras normas nos apoyamos de otras, recopilamos datos de países más avanzados y las adaptamos a nuestras condiciones, por esto evaluamos nuestra norma mediante un análisis económica de los cambios de la norma E.030 del 2016 que fue publicada el 24 de enero del 2016.

La presente investigación está basada en la necesidad de evaluar la norma E.030 que fue actualizada recientemente, debido a que, para lograr un correcto uso, se debe tener presente sus modificaciones, la mejoras que tuvo con su predecesora que ha sido diseñada para eventos sísmicos severos, que presenta parámetros rigurosos y de esta manera poder resaltar sus puntos a favor para poder reconocer las posibles debilidades de la norma sísmica peruana.

La norma E030, establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico. Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaran dañadas por la acción de los sismos. Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: tsunamis, fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otro

INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCION

INDICE

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.	DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3.1.	Problema General.....	2
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	3
1.4.1.	Objetivo General.....	3
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	5
2.2.	BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS	9
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	14
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	16
2.4.1.	Hipótesis general.....	16
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	16
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	17
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	18
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	18
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	18
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	19
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	19
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA	19

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EN CAMPO	21
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	44
4.3.	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS	49
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema

La localización del Perú en el "Círculo de Fuego del Océano Pacífico" lo convierte en una zona de alto potencial sísmico, por eso no debe extrañar que ocurran más sismos de grandes proporciones en el futuro, ya que el Perú integra el Círculo de Fuego del Océano Pacífico, que concentra el 85% de la actividad sísmica mundial. Dos placas afectan nuestra costa: la de Nazca y la Continental y su fricción provoca el fenómeno

Como bien sabemos las normas sismorresistentes en el mundo se revisan permanentemente, hay comités e instituciones que para cambiar una norma se toman varios años, en el proceso se discute, se propone y se nutre del trabajo de las universidades, y las experiencias en edificaciones del mundo.

La propuesta normativa tiene por objeto actualizar la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" de acuerdo con las nuevas tecnologías en sismorresistencia y los avances científicos en el campo de la sismología, a fin de disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas, evitar las pérdidas de vidas humanas en caso de sismos y asegurar la continuidad de los servicios básicos; Que, conforme a lo señalado por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, corresponde disponer la modificación de la Norma Técnica a que se refiere el considerando anterior, a fin de actualizar y complementar su contenido

En la ciudad de Pasco, no se toma la importancia de los sismos por la poca actividad que existe, sin embargo, como profesionales de Ing. Civil la necesidad de conocer y aplicar la norma es importante.

1.2. Delimitación de la investigación

Como bien sabemos el factor Z que está en todos los reglamentos del mundo lo que hace es describir la aceleración que tendría. Ante era en roca ahora ya no es en roca, sino en suelo bueno, como es notorio hay un cambio fuerte con la norma anterior en el Valor de Z donde representa la aceleración que nos visita cada quinientos años en suelo bueno, y si queremos pasar a la roca ahí está la novedad tenemos que multiplicar por 0.8.

La evaluación estructural se requiere para investigar la capacidad de estructuras existentes ante solicitaciones nuevas o existe incertidumbre en su estructura. Su importancia se basa en:

- Edificios existentes que cambian de uso
- Edificios antiguos sin disponibilidad de planos
- Edificios que han soportado sismos (informes post sismo)
- Asesoría a clientes e inversionistas en la evaluación de edificaciones existentes, respecto a la seguridad estructural.
- Evaluación estructural de edificaciones existentes para contemplar su estado respecto a las normas vigentes.
- **Visitas a las edificaciones existentes y solución a problemas en obras.**

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál es la Influencia en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la Influencia Estructural en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018?
- ¿Cuál es la Influencia Económica en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Determinar la Influencia en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la Influencia Estructural en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018
- Determinar la Influencia Económica en las Edificaciones ante los Cambios de la Norma "E030 Diseño Sismorresistente" del Distrito de Yanacancha, Pasco 2017-2018
La Justificación del problema es Conocer un poco más de las normas de diseño sismorresistente con la finalidad de realizar los diseños sostenibles de las edificaciones, además podremos Conocer los nuevos cambios de la norma E030 y aplicarlos en el diseño de estructuras, conocer el porque es necesario cambiar

las normas cada cierto tiempo y además de Conocer las diferencias con las norma anterior

1.5. Justificación de la investigación

La Justificación del problema es Conocer un poco más de las normas de diseño sismorresistente con la finalidad de realizar los diseños sostenibles de las edificaciones, además podremos Conocer los nuevos cambios de la norma E030 y aplicarlos en el diseño de estructuras, conocer el porque es necesario cambiar las normas cada cierto tiempo y además de Conocer las diferencias con las norma anterior

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de esta investigación son:

- Vulnerabilidad sísmica
- Estructuras de Viviendas
- Estructuras de Puentes

Estructuras Especiales

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Comparación Estructural Y Económica De Edificio De 7 Pisos Ante Cambio De La Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Autor: Maycol Hector Leon Ingaruca

El presente trabajo tiene como referencia la tesis que lleva el título “Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores” desarrollada por el tesista **Gabriel Moyano Rostworowski** en el año 2016, esta tesis abarca el análisis y diseño estructural de una edificación usando la norma sismorresistente NTE.030 aprobada en el año 2003 y vigente hasta enero del año 2016 donde entra en vigencia la nueva norma técnica NTE.030. Se analizará y diseñará la estructura del edificio propuesta en la tesis referencial usando la norma vigente de diseño sismorresistente, luego se realizará una comparación estructural y económica. El edificio tiene estacionamientos ubicados en la primera planta, una cisterna cuyo acceso se encuentra en el primer nivel, entre los niveles dos y siete se encuentran los espacios destinados a oficinas con su respectiva área de servicios higiénicos. El edificio es de siete pisos, se encuentra ubicado en el distrito de Miraflores, en la ciudad de Lima y el terreno sobre el cual se cimentará la estructura tiene una buena capacidad portante de 4.00 kg/cm². El sistema estructural está conformado por muros, columnas y vigas de concreto armado, las losas de techo son aligerados convencionales y losas macizas los cuales pueden considerarse como diafragmas rígidos. El análisis sísmico se hizo mediante un modelo pseudotridimensional de la estructura en el programa Etabs 9.7.4. El modelo planteado tiene tres grados de libertad por piso y el sistema estructural predominante en ambas direcciones es de muros de concreto armado que permiten controlar los

desplazamientos laterales del edificio. La estructura se diseñará y analizará cumpliendo los requisitos de la norma actual de diseño sismorresistente NTE.030, y calculando la resistencia de los elementos de concreto armado según la norma NTE.060. La comparación de resultados en cuanto a la estructura será sobre parámetros sísmicos, periodos, cortante basal, desplazamientos, junta sísmica, fuerzas internas en un elemento estructural representativo (viga, columna y placa). Se realizará el metrado, según las especificaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), de todos los elementos de concreto armado de la estructura diseñada con la norma sismorresistente del 2003 y del 2016, se asignará un precio común a cada partida y realizaremos la comparación económica.

Donde concluye:

- Para fines comparativos, se respetó el pre dimensionamiento realizado en la tesis que tomamos como referencia “Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores” (Moyano, 2016), con lo cual las secciones de los elementos estructurales, con excepción de la cimentación, fueron suficientes para cumplir con los requisitos de rigidez y resistencia de la estructura.
- Al realizar el análisis sísmico de la edificación con la norma sismorresistente vigente, se verificó que la deriva máxima fue de 0.0038 el cual se encuentra por debajo del límite permisible que exige la norma de 0.007; por otro lado, se verificó que con las nuevas condiciones que exige la norma técnica E.030 vigente, no existe ningún tipo de irregularidad en altura ni en planta en la estructura.
- La cortante basal que se obtuvo realizando el análisis dinámico fue menor que el 80% de la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis

estático, por lo tanto se escaló las fuerzas internas por 1.10 y 1.06 en las direcciones XX e YY respectivamente.

- El parámetro sísmico que tuvo mayor influencia en nuestro análisis, por la variación que presentó con respecto a la norma NTE E.030, fue el factor de zona (Z), paso de tener un valor de $Z=0.40$ a $Z=0.45$ lo cual representa un incremento de 12.5%. Este valor incidió en el espectro de análisis de la estructura, dando como resultado el incremento de las fuerzas internas y con ello un nuevo diseño de la estructura de concreto armado.
- La norma NTE E.030 vigente incorporó el parámetro TL que básicamente es para analizar estructuras con periodos de vibración considerados muy largos, mayores a 2.5 segundos, este parámetro no tuvo participación en el estudio de nuestra edificación ya que el periodo en ambas direcciones de análisis fue menor a 2.5 segundos.
- La junta sísmica reglamentaria pasó de ser 5.5 cm a ser 7.0 cm, esto debido a que la expresión para el cálculo de la distancia mínima entre edificaciones, en función de la altura, se vio modificada en la norma técnica E.030 vigente ($0.006h$). Para nuestra edificación, esta expresión representa la distancia más crítica y fue usada para el cálculo de la junta sísmica. Con esto se puede observar que, teniendo una misma altura de edificación, la actual norma sismorresistente presenta una mayor exigencia en el tema de juntas sísmicas.

Diseño De Un Edificio De Departamentos De Siete Pisos Con Muros De Concreto Armado

Autor: María Virginia Villegas González

Se ha desarrollado el diseño estructural de un edificio de concreto armado de departamentos, destinados a vivienda. El edificio es de siete pisos, con dos departamentos por piso. Se encuentra ubicado en el distrito de Jesús María, Lima. El terreno de cimentación corresponde a una grava con un esfuerzo admisible de 3 kg/cm² a 1.50 m de profundidad. El edificio está estructurado sobre la base de muros de concreto armado en la dirección transversal (y-y), y muros de ductilidad limitada en la dirección longitudinal (x-x). El techo se ha resuelto con viguetas pre fabricadas de la marca Firth de h=17 cm y en el sector de los baños y hall de ascensores se ha considerado losas macizas de h=17 cm. de espesor. Se ha considerado para la tabiquería, el ladrillo sílico calcáreo de 10, 12 y 15 cm. de espesor. Se han utilizado vigas chatas en las zonas de vanos, principalmente porque el proyecto considera construir los dinteles con el sistema Drywall y porque la rigidez ofrecida por los muros de concreto, es suficiente para cumplir el requerimiento de obtener derivas laterales menores a 0.005 en la dirección longitudinal y 0.007 en la dirección transversal. Finalmente, se ha considerado un sistema de cimientos corridos armados, para que éste trabaje en conjunto. El análisis y diseño se han realizado de acuerdo a los requerimientos de las Normas NTE-0.20: (Cargas), NTE-0.30 (Diseño Sismorresistente), NTE-0.50 (Suelos y Cimentaciones) y NTE-0.60 (Concreto Armado) y de acuerdo a las Especificaciones Normativas para el Diseño en Concreto Armado en el caso de Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Se han realizado los dos métodos de Análisis Sísmico contemplados en la Norma Peruana NTE-0.30 (Diseño Sismorresistente), Análisis Estático y Análisis Dinámico; y se han comparado entre sí sus resultados. Por último, con el objetivo de conocer el cociente del peso del acero de refuerzo entre el área techada (kg/m²) y el cociente del acero de refuerzo entre el cubicaje de concreto, para este edificio con muros de espesor reducido, se presenta su metrado.

Donde Concluye:

Se ha cumplido holgadamente con uno de los requisitos importantes que condicionan el diseño del edificio. Las derivas máximas, medidas en el centro de masas, en las dos direcciones principales están por debajo de lo permitido en la Norma, ello, debido a la gran rigidez que le aportan los muros en las dos direcciones. De esta manera, no fue necesario aportar rigidez, peraltando las vigas. Se peraltó unas vigas intermedias por concentraciones de esfuerzo, mas no por falta de rigidez lateral.

2.2. Bases teóricas – Científicas

La Sismicidad En El Perú Y Los Cambios En Las Normas

La sismicidad en el año 1963 arequipeños tenían los sismos más fuertes.



Ilustración 1: Zonas sísmicas en el Perú 1963

Esta es la sismicidad en el año 1977 donde aparecen unos números referenciales, en la costa era 1 pero que es el 1 solo era un numero nada más, no había ninguna descripción física de que son esos valores eran solamente para comparar los efectos de los terremotos sobre las obras, es decir si estas en la selva es 40% de estar en la costa

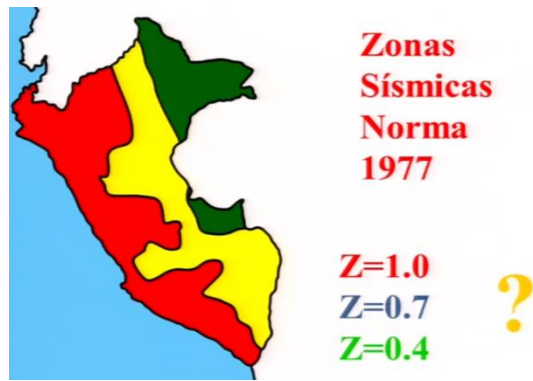


Ilustración 2: Zonas sísmicas en el Perú 1963

Luego a partir de los 90 comienza a los estudios de peligro sísmico a desarrollarse en el país, donde se dan aceleraciones con periodos de retorno de 500 años. Las normas de diseño sismorresistente en el mundo tienen como sismo base el Terremoto de 500 años y por primera vez se obtienen estos valores.

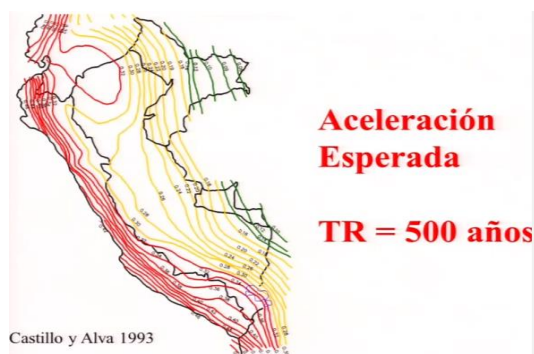


Ilustración 3: Aceleración esperada durante los últimos 500 años en el Perú

En los códigos entre 1997 y el 2003 es más o menos donde los valores de Z ya adquieren un valor de significado específico que son $Z=0.4$ en la costa significa cada 500 años se excede o se iguala ese valor de aceleración en la roca, eso ya no es así en la actualidad ya no se iguala en la roca



Ilustración 4: Zonas Sísmicas entre los años 1997 - 2003

Normas Técnicas a usar

El análisis y diseño del edificio cumple con los mínimos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones; se usarán las siguientes normas

- Norma de Cargas E.020. (2006)
- Norma de Suelos y Cimentaciones E.050. (2006)
- Norma de diseño Sismorresistente E.030. (2016)
- Norma de Concreto Armado E.060. (2009)

Materiales Empleados

El concreto armado empleado tiene las siguientes características:

- Resistencia a compresión: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson: $\nu = 0.15$
- Módulo de Elasticidad: $E_c = 2.2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
- Límite de fluencia del acero (Grado 60): $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del acero: $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$

Método de Diseño

El método empleado para diseñar los elementos de concreto armado será el Método de Diseño por Resistencia donde las cargas actuantes se amplifican por factores y se usa combinaciones que dependen del tipo de carga especificadas en la norma de concreto armado E.060. La resistencia requerida de los elementos en su etapa última, tiene las siguientes combinaciones de carga según norma E.060:

- $U = 1.4CM + 1.7CV$
- $U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$
- $U = 0.9CM \pm CS$
- Siendo: CM (Carga muerta), CV (Carga viva) y CS (Carga de sismo)

Criterios de estructuración

Los criterios adoptados que se tomó en cuenta para realizar la revisión de la estructuración son las siguientes:

- Simplicidad y simetría, permiten un mejor comportamiento de la estructura ante sollicitaciones sísmicas y permiten predecir el comportamiento con una alta precisión.
- Uniformidad y continuidad de la estructura, se buscó que la estructura sea continua tanto en planta como en elevación para evitar que haya concentraciones de esfuerzos.
- Rigidez lateral, la estructura debe estar conformada por elementos estructurales que garanticen evitar deformaciones importantes que dañen a la estructura.
- Diafragma rígido, se debe emplear esta hipótesis para las losas ya que permite que los desplazamientos de un punto se muevan en la misma

dirección sin distorsionarse, con esto se logra que las fuerzas horizontales se distribuyan de acuerdo a la rigidez lateral del elemento estructural.

- Elementos no estructurales, son tomados en cuenta porque influye en el peso de la estructura, en este caso en los baños de cada piso

Dimensiones adoptadas para la estructura

El pre dimensionamiento planteado en la tesis que se está tomando como referencia, se indica que las losas aligeradas, vigas, columnas y muros de corte fueron pre dimensionados tomando en cuenta los criterios del libro “Estructuración y diseño de edificios de concreto armado” que tiene como autor al Ing. Antonio Blanco Blasco, al usar las recomendaciones del autor permitieron tener secciones iniciales que después de ser analizadas permitirán tener variaciones mínimas.

Se respetará el pre dimensionamiento planteado en la tesis referencial porque permitirá tener las mismas secciones de los elementos estructurales permitiendo tener la misma estructura en ambas direcciones de análisis, con esto se puede verificar si con la nueva norma se cumple con los requisitos de rigidez e irregularidades o si es necesario hacer variaciones en las secciones para cumplir con la normativa vigente.

A continuación, se presenta el resumen del pre dimensionamiento de los elementos estructurales tomados de la tesis referencial:

- Aligerados: Se usó un aligerado de espesor $H = 0.25$ m ya que se tiene luces menores a 6.5 m
- Vigas: Las vigas tienen los siguientes peraltes:
 - 30x50 Volados en fachada frontal y viga quebrada
 - 30x60 Vigas que se encuentran en la oficina posterior
 - 30x70 Vigas que se encuentran en la parte posterior y entre placas.

- Columnas: Las columnas tienen las siguientes dimensiones:
 - o 30x80 y 30x70 Oficina frontal
 - o 40x50 y 30x50 Columnas pegadas a las placas, en los límites de propiedad.
- Muros de corte: Los espesores más comunes para edificios medianos y altos son de 20, 25 y 30 cm y la evaluación final de la longitud de la placa se hará mediante el análisis sísmico. En tal sentido se asumirá el espesor calculado en la tesis referencial de 30 cm sujeto a verificación posterior.

2.3. Definición de Términos básicos

Procedimiento

Manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.

Proceso

Es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

Normas

Es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.

Normalización

Consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión, así como las de calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

Certificación

La certificación es la forma de demostrar que una empresa cumple con los requisitos de la norma.

Proyecto de construcción

Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos

Ingeniería Estructural

La ingeniería estructural es una rama clásica de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes, muros (incluyendo muros de contención), presas, túneles y otras obras civiles. Su finalidad es la de conseguir estructuras seguras, resistentes y funcionales. En un sentido práctico, la ingeniería estructural es la aplicación de la mecánica de medios continuos para el diseño de estructuras que soporten su propio peso (cargas muertas),

más las cargas ejercidas por el uso (cargas vivas), más las cargas producidas por eventos de la naturaleza, como vientos, sismos, nieve o agua.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad de las edificaciones está directamente relacionada a los conceptos de arquitectura sustentable, construcciones seguras, análisis de riesgo y gestión integral de costos/beneficios. El nivel de vulnerabilidad de una edificación se define como el riesgo de recibir daños a causa de amenazas naturales, humanas o tecnológicas.

Sismo

Es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los Cambios de la Norma E030 Diseño Sismo Resistente han Influido en las Edificaciones del Distrito de Yanacancha Pasco 2017 - 2018

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Los Cambios de la Norma E030 Diseño Sismo Resistente han Influido Estructuralmente en las Edificaciones del Distrito de Yanacancha Pasco 2017 - 2018

- Los Cambios de la Norma E030 Diseño Sismo Resistente han Influido Económicamente en las Edificaciones del Distrito de Yanacancha Pasco 2017 - 2018

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Dimensiones

- Influencia Económica
- Influencia Estructural

Variable dependiente

La variable dependiente: “Influencia en las edificaciones”

Dimensiones

- Resultados Alcanzados
- Análisis estructural

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

El presente trabajo de investigación se desarrolló de forma empírica y crítica, permitiendo dar validez científica al objeto de estudio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

Corresponde a las investigaciones Explicativa aplicadas dentro de las ciencias sociales.

Analizamos el efecto producido por la acción y manipulación de las variables Independientes sobre la dependiente

3.2. Métodos de investigación

Cuantitativo-Cualitativo de datos estadístico.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño es denominado es NO experimental por tener un solo grupo de trabajo

3.4. Población y Muestra

Población

Infraestructuras de Edificaciones en Pasco

Muestra

Obra: Bloques 1 y 9 del Hospital de Cerro de Pasco

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Obtención de datos en Campo y Gabinete
- Sistema de análisis de Datos Computacional
- Encuesta – Cuestionario

Las técnicas serán: Preparar las mediciones obtenidas siendo analizadas correctamente, medir el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificaciones y medir las variables contenidas en la hipótesis.

Ya que es una investigación experimental, los instrumentos serán hojas de papel, donde se determinarán los trabajos realizados en campo y serán analizados mediante software de computadora (Excel y Etabs 9.7.4.)

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Al recolectar los datos se tiene los siguientes procesamientos y análisis de datos:

- Estadístico
- Estructural
- Diagramas de Momentos y evaluación de estructuras

Análisis de presupuesto para determinar la diferencia económica

3.7. Tratamiento estadístico

Los datos para la presente tesis recopilados por las diferentes áreas análisis sísmico de la edificación se desarrollaron en cuadros Excel para posteriormente ser procesados en cuadros y gráficos.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Por esta parte de la norma, en la nueva se ve que agregan más información que son:

- Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.
- La ubicación de las estaciones acelerométricas

3.9. Orientación ética

Es un aspecto de la filosofía en el cual se da un asesoramiento sobre valores, creencias e ideales en torno a la reflexión de la actitud ética privada: Esta orientación se formula desde dos campos de la vida: La vida profesional y la vida personal.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo en campo

El Gobierno Regional de Pasco, tiene dentro de sus competencias constitucionales: Promover y regular actividades y/o servicios en materia de agricultura, pesquería, industria, agroindustria, comercio, turismo, energía, minería, vialidad, comunicaciones, educación, salud y medio ambiente conforme a Ley, motivo por el cual ha considerado dentro de su programación multianual del presupuesto, el “Mejoramiento y Ampliación de la Capacidad Resolutiva de los Servicios de Salud del Hospital Regional Daniel Alcides Carrión del Distrito de Yanacancha en Cerro de Pasco.

- **Ubicación**

El terreno, su topografía, sus accesos y vías existentes, se ubican en la Urbanización San Juan Pampa del Sector II Ya acancha; Lote N° 2, Manzana. P, Provincia de Pasco, Región de Pasco.



Ilustración 5: Ubicación del Proyecto

El Hospital “Daniel Alcides Carrión” de Cerro de Pasco, de acuerdo al levantamiento topográfico efectuado, presenta los siguientes linderos y medidas perimétricas:

- Por el frente: Con calle Los Incas, y propiedades de terceros (Univ. Daniel Alcides Carrión y Hosp. Cayetano Heredia), con una línea quebrada de 9 tramos, que hacen un total de 161.50 m.
- Por el lado derecho: Con Av. Daniel Alcides Carrión, con una línea recta, de 126.55 m.
- Por el lado izquierdo: Con Pasaje Los Eucaliptos y propiedad de terceros, con una línea quebrada de 4 tramos, que hacen un total de 96.95 m. -- Por el fondo: Con propiedad de terceros, con una línea quebrada de 5 tramos, que hacen un total de 128.60 m.

Terreno Disponible para la Mejora y Ampliación del Hospital Daniel A. Carrión

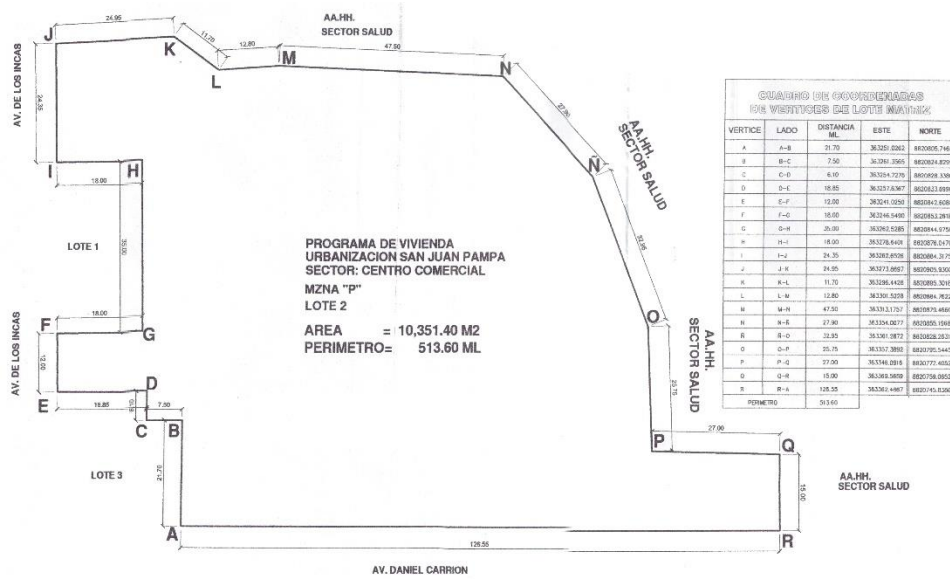


Ilustración 6: Ubicación del Proyecto y Áreas

El área de terreno delimitado por los linderos antes descritos es de:

- Área total de terreno: 10,351.40 m².
- Perímetro: 513.60 m
- Latitud 10.7°S
- Longitud 76.3°W
- Altitud 4317 m

- **Parámetros urbanísticos y edificatorios:**

El terreno se ubica en la Urbanización San Juan Pampa del Sector II Yanacancha; Lote N° 2, Manzana. P, Provincia de Pasco, Región de Pasco.

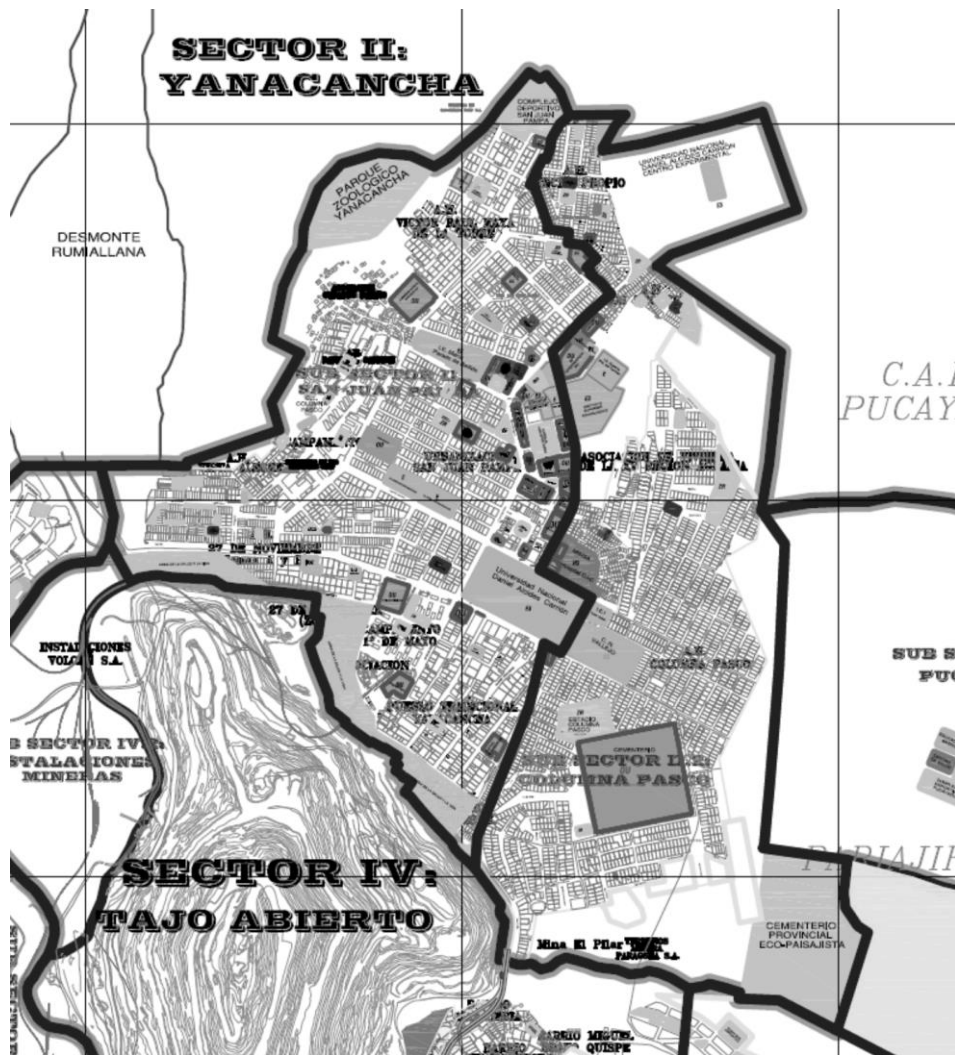


Ilustración 7: Sector II YANACANCHA. Situación del Hospital Daniel A. Carrión

DISTRITO DE PLANEAMIENTO	SECTOR	SUB-SECTOR			ÁREA has.
CERRO DE PASCO	SECTOR I CHAUPIMAR CA 337.74 Has.	I.1	CHAUPIMAR CA	Comercial - Residencial	115,21
		I.2	CHAQUICOC HA	Residencial - Pequeña Ind.	222,53
	SECTOR II YANACANCH A 451.71 Has.	II.1	SAN JUAN PAMPA	Residencia - Institucional	133,71
		II.2	COLUMNA PASCO	Residencial - Pequeña Ind.	142,66
		II.3	PUCAYACU	Residencial - Ecorrecreativo	114,89
		Área Eco - Recreativa El Mirador			60,45
	SECTOR III SIMON BOLIVAR 260.92 Has.	III.1	PARAGSHA	Residencial - Comercial	72,15
		III.2	MIRAFLORE S	Área Industrial	26,48
		III.3	ESPERANZA	Residencial - Ecorrecreativo	102,80
		III.4	MONTECAR LO	Industrial	59,49
	SECTOR IV TAJO ABIERTO 171.82 Has.	IV.1	TAJO ABIERTO	Minero - Industrial	140,77
		IV.2	INSTALACIO NES MINERAS	Minero - Industrial	31,05
	SECTOR V YANAMATE 624.23 Has.	V.1	ALGA CRUZ	Residencial	85,97
		V.2	GASACYAC U	Residencial	167,78
		Área Eco – Turística Laguna Yanamate			370,48
SUB TOTAL					1846,42
CERRO DE PASCO	AREAS DE TRATAMIENTO ESPECIAL: PASIVOS AMBIENTALES	DESMONTE Y BOTADERO DE RUMIALLANA			49.37
		LAGUNA PATARCOCHA			12.00
		DESMONTE VOLCAN			87.31
		DESMONTE EXCELSIOR			82.84
		PRESA DE RELAVES QUIULACOA			125.57
SUB TOTAL					357.09
TOTAL CIUDAD DE CERRO DE PASCO					2,203.51

Ilustración 8: Tabla de Sectorización Urbana de Cerro de Pasco

- **Descripción De Las Edificaciones Existentes**

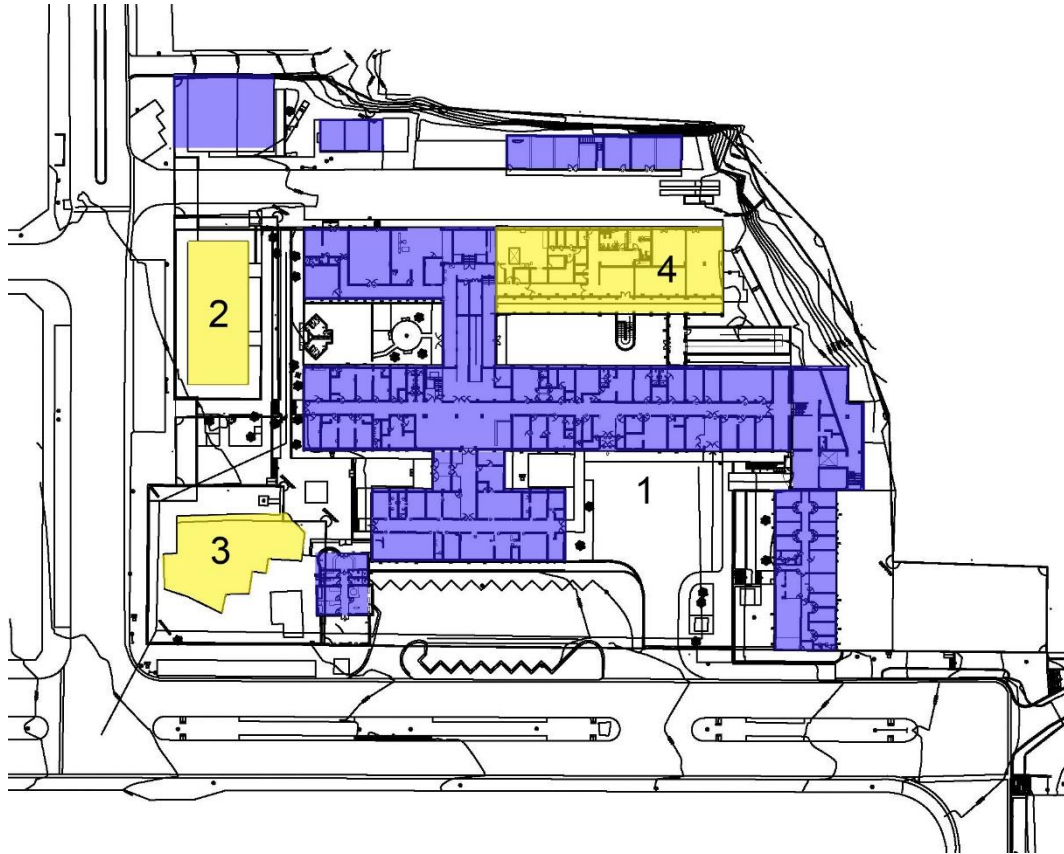


Ilustración 9: Descripción de las Edificaciones existente

1. Hospital Actual. Color Azul
2. Instituto Medicina de Altura de la Universidad Cayetano Heredia
3. Museo Daniel Alcides Carrión
4. Modulo Materno – Perinatal y Neonatología del Hospital

En la actualidad, el Hospital se encuentra funcionando en este terreno. Las construcciones del Hospital conforman una actuación pabellonaria, en la que se han ido añadiendo módulos con el transcurso del tiempo, lo que ha dado como resultado una estructura hospitalaria claramente deficiente y obsoleta.

Para conseguir una nueva estructura hospitalaria moderna y eficaz, es necesario liberar la mayor parte del suelo posible, lo que permita levantar una nueva edificación sin tener pies forzados por la existencia de estas edificaciones existentes.

Sin embargo, a pesar de este objetivo, es necesario conservar, por diversos motivos, tres de las edificaciones existentes.

El Instituto de Medicina de Altura de la Universidad Cayetano Heredia se conserva ya que pertenece a un Organismo distinto del Hospital y no ha sido posible encontrar una ubicación distinta a la actual.

El Museo Daniel Alcides Carrión, se conserva por ser un edificio representativo que la ciudadanía de Pasco quiere conservar

El modulo Materno se conserva por ser una construcción reciente y se integrará en el nuevo Hospital.

- **Componentes De La Volumetría Y Su Relación Con El Entorno**

El terreno tiene forma irregular, con un área de 10.351,40 m². Tiene un perímetro de 513,6 ml; conforme al levantamiento realizado por el equipo consultor.

Actualmente se encuentra con la edificación existente del Hospital Daniel A. Carrión, el cual se deberá demoler, casi en su totalidad, para la ejecución del proyecto.

Para la nueva edificación, existe el condicionante del Módulo Materno, que como hemos mencionado será necesario integrar dentro de las nuevas edificaciones.

- **Entorno Urbano**

La propuesta arquitectónica plantea un edificio con personalidad, inequívoco, y compacto, evitando la fragmentación actual, asumiendo de este modo el papel que en el

repertorio de hitos urbanos tendría un hospital de estas características para la ciudad de Cerro de Pasco.

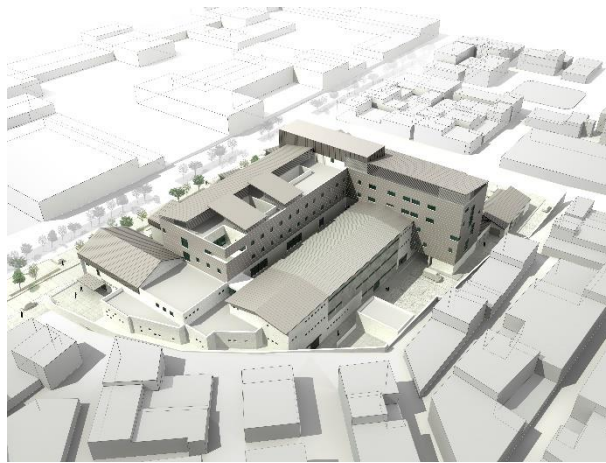


Ilustración 10: Entorno Urbano

Respecto al entorno urbano inmediato, el hospital se ubica respetando y adecuándose a las condiciones topográficas del terreno, sobre todo intentando adaptarse a la ladera de más de 8 metros de desnivel, existente en la zona este y norte del terreno. De esta manera, el basamento del Hospital queda integrado en el desnivel, desapareciendo de esta manera las áreas residuales que ahora mismo se producen por el efecto de esta ladera pronunciada que conecta con la parte alta de esta zona urbana.

La circulación vehicular interna ha sido diseñada para mejorar la eficacia funcional sin interferencias entre sí (Accesos a emergencias/urgencias, servicios y salidas de residuos, vehículos particulares, etc.) y las mínimas posibles con la circulación peatonal.

Hemos cuidado también el acceso peatonal y su relación con el entorno, potenciando de una manera radical el acceso principal desde la Avenida Daniel A. Carrión para cualquier actividad asistencial o administrativa, excepto las urgentes, que dispondrán de unas entradas exclusivas desde la Calle Los Incas.

Entendemos que los accesos peatonales al Hospital van a ser mayores que los vehiculares, dada la situación del hospital respecto al entorno de la ciudad. De cualquier manera, se han previsto también accesos vehiculares que se producirán principalmente en vehículos privados, taxis, entre otros.

- **Criterios De Diseño**

La edificación propuesta se plantea exenta respecto de las estructuras existentes del Museo Carrión y del Instituto de Medicina de Altura, pero alineada con respecto al Módulo Materno que se conserva, y se conecta en sus lados este y oeste con el nuevo Hospital. Los lados norte y sur de esta edificación existente permanecen despejados y separados de la nueva construcción.



Ilustración 11: Criterio de Diseño

Otro condicionante del diseño es el de concentrar la edificación en la menor superficie posible con la finalidad de reducir al máximo la ocupación del edificio en la parcela.

Igualmente, importante nos parece el criterio de no forzar ningún tipo de excavación en el edificio hospitalario, en un terreno realmente resistente y complicado de excavar. Según el Estudio de Mecánica del Suelo, a partir de 1.20 metros del nivel del suelo existe roca de gran resistencia.

Hemos conseguido disponer de accesos diferenciados y separados en el nivel +1, por lo que no ha existido la necesidad de proyectar ninguna excavación para pisos por debajo de la rasante.

El Planteamiento de la organización de la nueva edificación del HOSPITAL DANIEL A. CARRIÓN; se basa en el Programa Médico Arquitectónico y en las necesidades actuales planteadas por el Usuario en las diferentes reuniones de coordinación.

De esta manera se estableció un modelo de análisis basado en sistemas y en diferenciación de necesidades.

En este Hospital existen áreas de trabajo claramente diferenciadas por la actividad que se realiza en ellas; los cambios que han de soportar estas áreas a lo largo de la vida del edificio no son uniformes y por lo tanto la permanencia de los distintos elementos que configuran los espacios, en el caso de este establecimiento de salud por su magnitud y nivel de complejidad al que está orientado no estará sujeto a estos cambios pero si a la posibilidad de incrementar algunas áreas o servicios, por lo que parece razonable que desde la etapa inicial de concepción del edificio hasta su definición en el proyecto de ejecución se tenga en cuenta esta circunstancia.

Arquitectónicamente el proyecto responde a una definición de hospital con una red de circulaciones tridimensionales, clasificadas y jerarquizadas de manera que no se produzcan interferencias entre ellas. Las cuales van alimentando a las UNIDADES FUNCIONALES del Hospital. De la misma manera que existe una división de dichas unidades en Horizontal, hemos considerado muy clarificador disponer de áreas que tienen un desarrollo claramente vertical para pacientes que puedan tener claras semejanzas.

Con este criterio se han dispuesto en vertical las AREA DE CRITICOS, teniendo en el basamento del piso +1 las Emergencias; en el piso +2 el Anestesiología, Centro quirúrgico y Centro obstétrico y en el piso +3 la Unidad de cuidados intensivos general y Unidad de cuidados intensivos neonatales. Por encima de estas Unidades funcionales del hospital y, usando los mismos núcleos de comunicación, tenemos las unidades de Hospitalización, lo que permite que la circulación de pacientes internos se realice en esta zona, mediante elevadores, facilitando mucho las inter-relación entre las unidades y creando una circulación completamente interna de personal y pacientes.

De la misma manera, se han dispuesto las Unidades de Admisión y Consultorios, para los que se ha usado el mismo modulo, en varios pisos, todos ellos rodeados por una circulación pública y un hall a triple altura que vincula las unidades con el acceso público del Hospital, generando una vinculación directa.

- **Esquema Idea Del Proyecto**

Este basamento de tres plantas y con una ocupación menor del 50% del terreno, se empotra en la ladera del lado este, en donde tenemos un desnivel de más de 8 metros. Quedando de esta manera integrada la edificación con la topografía y evitando la proliferación de espacios residuales en un futuro, que contribuirían a la rápida degradación del Hospital.

El edificio está compuesto dos zonas claramente diferenciadas:

- Un basamento de tres plantas que alberga los Servicios de Tratamiento y Generales del Hospital.
- Un bloque de Hospitalización que se apoya en el anterior de dos pisos de altura.

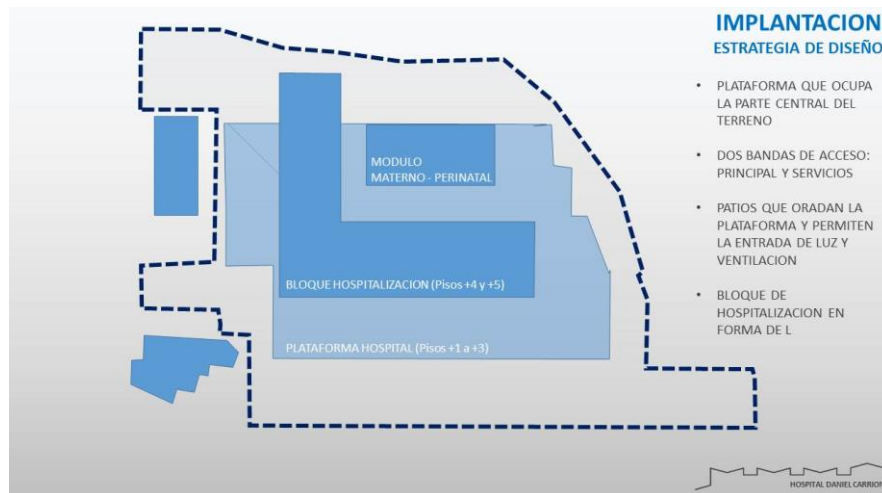


Ilustración 12: Implantación, Estrategias de Diseño

El basamento consta de una serie de volúmenes bajos desarrollados en horizontal, adecuados a la topografía del solar, y unidos por un gran eje dorsal, que hace de nexo de unión entre los diferentes módulos, en dirección este - oeste. Como comentábamos, el basamento consta de tres pisos (nivel +1, +2 y +3).

La fachada principal se sitúa en la Avenida Daniel A. Carrión y, aprovechando el desnivel existente en ese frente en el extremo este, que tiene un piso de desnivel, nos permitiría disponer de un acceso independiente en el piso +2 para TBC.

El zócalo se proyecta como un elemento masivo, neutro, que resuelve de manera eficaz los programas funcionales de los servicios incluidos en el PMA.

Los patios dotan también de ritmo al edificio, rompiendo la homogeneidad de los pasillos de circulación que conecta todo el edificio.

Las torres, en forma de L, se desarrollan en dos plantas sobre el basamento, de forma que no sobrepasan la altura máxima de 5 pisos, respondiendo a esquema lineal, formados por corredores y habitaciones o áreas de servicio en fachada.

Los objetivos que se pretende alcanzar con el proyecto propuesto son los siguientes:

- **COMPLEJIDAD PROGRAMATICA:** se ha tratado de unificar bajo un mismo proyecto las diversas áreas que conforman un hospital de éstas características, integrando la complejidad de programa intrínseca a éste tipo de edificios en un diseño unitario y de fácil comprensión. Frente a la actual dispersión, motivada por la organización en pabellones, se propone un conjunto edificatorio para el hospital, que permita mejorar las sinergias de las actuaciones necesarias en un hospital.
- **DISEÑO FLEXIBLE:** Se plantea un concepto modular, flexible y divisible en diferentes fases de crecimiento que facilita su implantación y adecuación a diferentes necesidades, así como su capacidad de adaptación a los posibles cambios futuros.
- **ACCESIBILIDAD Y ADAPTACION A LAS NECESIDADES.** Se ha buscado un diseño arquitectónico con una cuidada estética pero que ha marcado como principal prioridad las necesidades del enfermo. Por ello, se ha recurrido a una arquitectura cálida y con proporciones domésticas, de fácil utilización por ser accesible e identificable visualmente.
- **ESTRATEGIA MEDIOAMBIENTAL Y AHORRO ENERGÉTICO:** En el proyecto, los objetivos de diseño sostenible incluyen, entre otros aspectos, aumentar la cantidad y calidad de ventilación (ventilaciones cruzadas y fachadas ventiladas), el control sobre la luz natural y el soleamiento y el tratamiento de las zonas ajardinadas. Se ha tratado de conseguir diseñar un edificio bioclimático, eficiente y ecológico, siguiendo una simple metodología, incluso con la incorporación de Paneles Solares, que dada las características de la ciudad de Pasco, son tremendamente eficaces.

- **Programa Médico Arquitectónico**

En el presente programa médico arquitectónico del HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION DE PASCO, se determina la asignación de recursos físicos para las unidades médicas, donde señalan con detalle y en forma ordenada, todos y cada uno de los elementos que conforman los distintos servicios hospitalarios. Asimismo, se contempla los requerimientos del Cuerpo Médico y de la Dirección del Hospital en cuanto a nuevos ambientes.

En este programa se alcanza una relación detallada y ordenada de áreas y locales de cada uno de los departamentos o servicios que constará la unidad médica, señalando, además:

- La ubicación más conveniente de las unidades funcionales
- Capacidad y tamaño aproximado de cada uno de los locales
- La relación inmediata de los servicios entre sí
- La relación inmediata de los locales de un mismo servicio entre sí
- Los accesos y salidas de cada uno de los servicios
- Las circulaciones de público, personal, pacientes, materiales, cadáveres, desechos, etc., indicando los posibles cruces indeseables
- Locales que requerirán instalaciones especiales (oxígeno, gas, Intercomunicación, clima, etc.)
- Recomendaciones para algunos servicios locales respecto a orientación, ventilación e iluminación.

Para la programación del establecimiento hospitalario de la ciudad de Pasco, se requiere fundamentalmente la definición de su nivel de complejidad y así mismo, la zonificación por AREAS o NUCLEOS, y estos deben estar correctamente ZONIFICADOS e interrelacionados entre sí, con el objeto de una mejor circulación de los usuarios.

Es usual que la admisión, medicina física y rehabilitación, farmacia y emergencias se encuentren lo más cerca de la vía pública, para así dar facilidades y acceso a las personas que lo demandan.

Los servicios de ayuda diagnóstico y tratamiento deben estar ubicados como un puente entre los consultorios y la hospitalización.

La emergencia deberá ser ubicada cerca del área de imagenología, ya que en algún momento puede ser utilizado.

Los servicios generales se ubicarán cerca de la hospitalización con el objeto de dar un servicio más rápido y evitar perder recursos humanos.

En el HOSPITAL DANIEL A. CARRION DE PÀSCO se consideran los siguientes servicios:

I.- SERVICIOS FINALES:

Consultorios

Emergencia

Hospitalización

II.- SERVICIOS INTERMEDIOS:

Centro Quirúrgico - Obstétrico

- Área Quirúrgica
- Área Obstetricia y Neonatología

Central de Esterilización y Equipos

Unidad de Cuidados Intensivos e Intermedios

Ayuda al Diagnostico

- Imagenología
- Farmacia

- Patología Clínica
- Medicina Física y Rehabilitación
- Anatomía Patológica

III.- SERVICIOS ADMINISTRATIVOS:

Dirección

Áreas Administrativas

Servicios Generales

IV.- SERVICIOS DE CONFORT:

Auditorio para uso de Docencia

Cafetería

Sala Ecuménica

Estacionamiento Vehicular

- **Circulaciones**

Se han previsto las requeridas por la normatividad tanto del RNE, como las de barreras arquitectónicas y seguridad y hospitalarias.

La forma y organización de los edificios se conforma con las circulaciones horizontales y verticales, y cuyo diseño es esencial para un correcto funcionamiento del hospital.

Se han establecido una serie de circulaciones, clasificadas según el tipo de usuario que las deben frecuentar, de forma que se produce una estructura de red bidimensional y tridimensional que corresponda, lo más exactamente posible, a las necesidades relacionales entre las diferentes circulaciones.

Se ha proyectado de modo que las diferentes áreas del hospital queden reservadas para el uso con el que fueron programados, evitándose de esta manera, el deambular de numerosas personas por cualquier lado.

Se diferencian las siguientes circulaciones:

Circulación asistencial, para uso de personal, pacientes internados.

Compuesto por dos elevadores monta camillas, una escalera presurizada, y en extremo una escalera presurizada como ruta alternativa.

Circulación de servicios, para uso de servicios generales, instalaciones.

Compuesto por cuatro elevadores de servicios, 2 para limpio y 2 para sucio, una escalera integrada y otra escalera presurizada.

Circulación pública, para uso de visitas, pacientes ambulatorios.

Compuesto por 2 elevadores públicos, una escalera integrada y 2 escaleras presurizadas.

Todas estas circulaciones se organizan a través de una red tridimensional de modo que esta segregación de circulaciones se produce de una manera natural y que, además de esto, sean de una gran claridad para los usuarios y se eviten las confusiones en su utilización. Se trata de un ejercicio complejo, pero en el que sabemos estará la mayor parte de la claridad estructural del hospital resultante. En el fondo, se trata de conseguir un espacio de trabajo organizado y sin interferencias externas en el conjunto del hospital.

Los núcleos de elevadores y de accesos son determinantes en la red de circulaciones. En este sentido fueron estructurados de forma que se creen una red adecuada de circulaciones que respondan a las necesidades presentes y futuras de este hospital.

Esta red de relaciones debe permitir una diferenciación clara de las áreas y de las circulaciones correspondientes a cada uno de los usuarios. Hoy en día, está asumido que las áreas asistenciales deben estar definidas y proyectadas de acuerdo con las técnicas específicas de cada una de ellas y manteniendo las circulaciones necesarias con los servicios que lo requieran.

Un objetivo prioritario del proyecto es poder contar con una red de circulaciones internas bien pensadas y adecuadas, que tengan en cuenta las distancias entre las diferentes unidades y que responda con claridad a las prioridades de relación entre los servicios.

Esta red de circulaciones, tanto interna como externa, debe producir un máximo rendimiento en lo relativo a la utilización del personal, reduciendo las distancias.

El acceso peatonal se define dentro del conjunto arquitectónico enmarcándolo por la parte frontal, por la Avenida Daniel Carrión, distribuyéndose desde el vestíbulo principal hacia los servicios de mayor demanda.

Se cuenta con una avenida en la parte frontal con características óptimas en lo que respecta a la accesibilidad a los medios de transporte masivo, cuenta con ingreso peatonal para el personal y el público y con un acceso a los estacionamientos,

Las entradas al servicio de emergencia, ambulancias, personal y servicios generales, se producirá por la calle Los Incas, separando de esta manera los accesos más complicados y especiales, como son los recién mencionados, de los accesos generales y más públicos del Hospital.

En lo que respecta a las circulaciones internas, se ha realizado un ordenamiento de las clases de circulaciones, buscando el mínimo de interferencias entre distintos usuarios, en procura de la mayor eficiencia y comodidad en los desplazamientos de médicos y personal técnico y pensando en la comodidad para los visitantes y proveedores.

Se ha considerado circulaciones secundarias para la interconexión entre servicios de las áreas funcionales en los diferentes niveles que conforman el edificio hospitalario.

El uso diferenciado de circulaciones nos permite identificar sectores públicos, privados, de limpio, de sucio, etc. Estas relaciones espaciales funcionales permiten un

ordenamiento de la estructura del hospital, a diferencia del actual hospital que es conflictiva en la mayoría de las áreas.

Se ha propuesto la localización de los sectores de mayor afluencia, con una distribución lógica para el acceso del público usuario, estas áreas, servicios y ambientes se encuentran en el primer nivel por ser el más adecuado para manejo de circulaciones y público, con una lógica distribución respecto al caudal de público a ser atendido según el programa Medico – Funcional, tomando en cuenta su vulnerabilidad, teniendo ejes de evacuación, mitigando el riesgo interno del hospital, en áreas de gran volumen de público. Trazada la trama de circulaciones diferenciadas se resuelve y materializa las funciones específicas de los servicios, esto deberá ser complementado con un adecuado horario de visitas y de actividades propias del hospital.

Se ha intentado satisfacer los requerimientos de asoleamiento y ventilación en cada una de las áreas o espacios físicos con afluencia de público externo (ambulatorio), incorporando áreas de esperas con sus respectivos núcleos de servicios higiénicos.

Incorporamos unos esquemas con las clasificaciones de los flujos del Hospital:

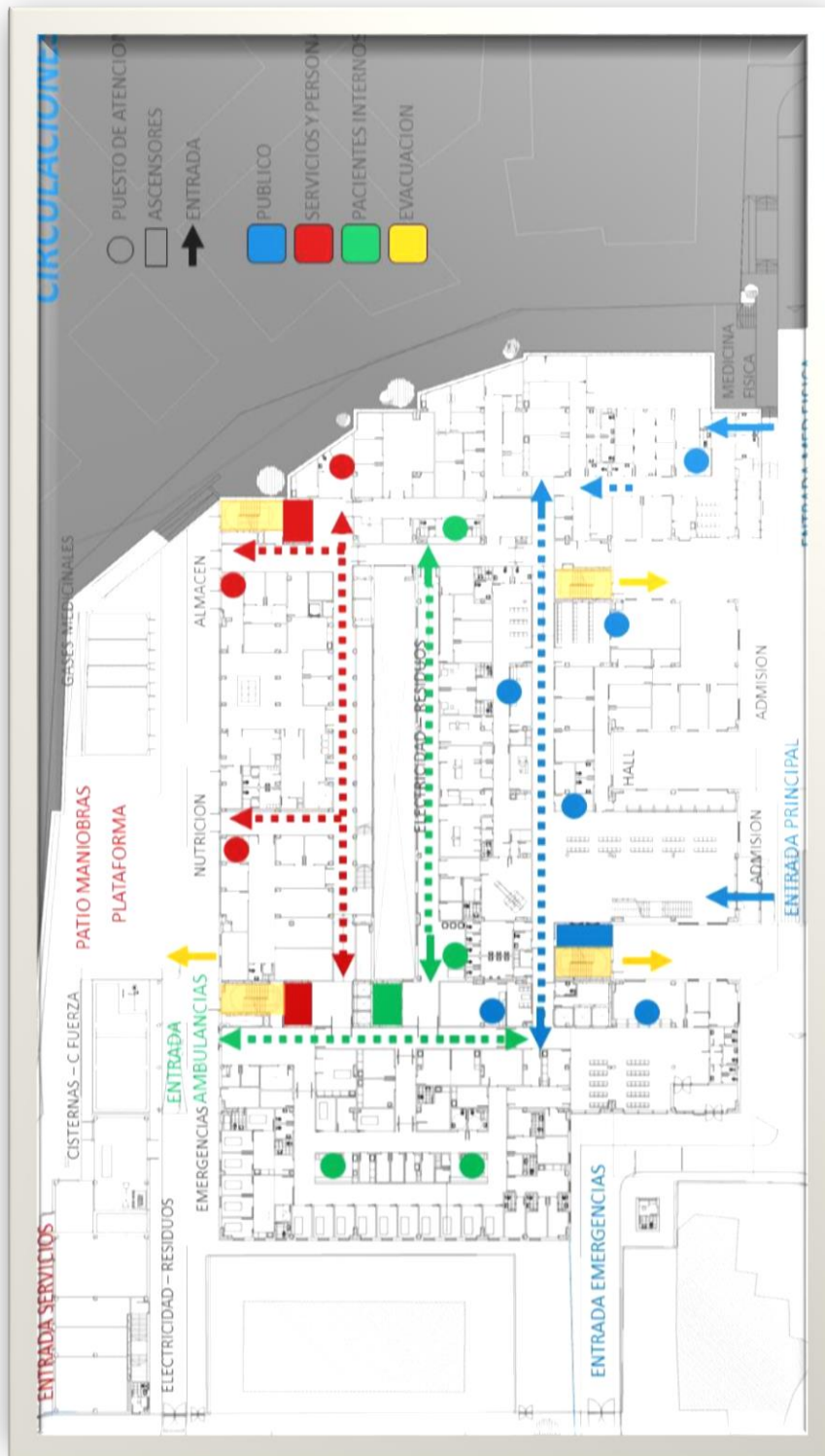


Ilustración 13: Esquema 1

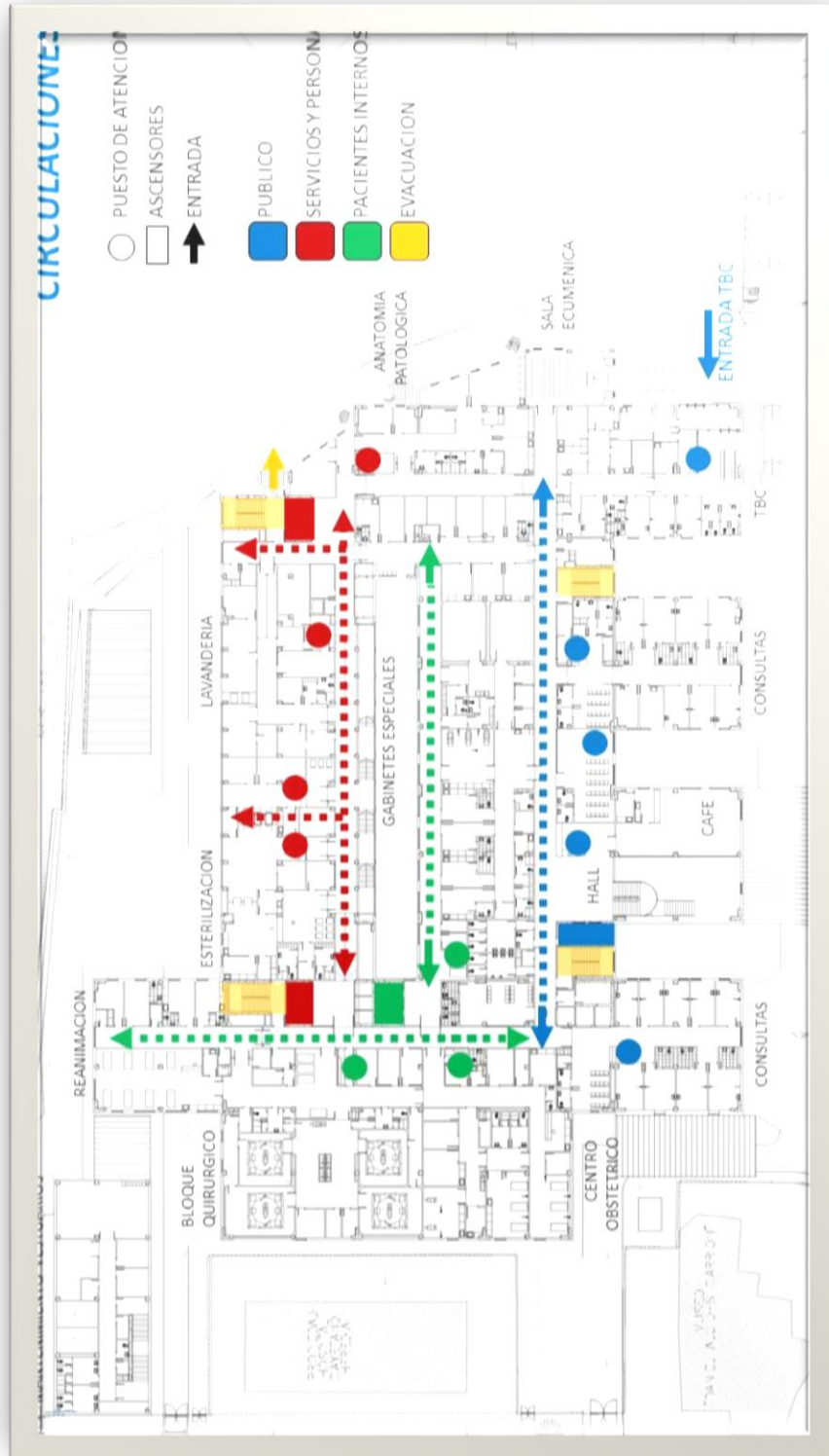


Ilustración 14: Esquema 2

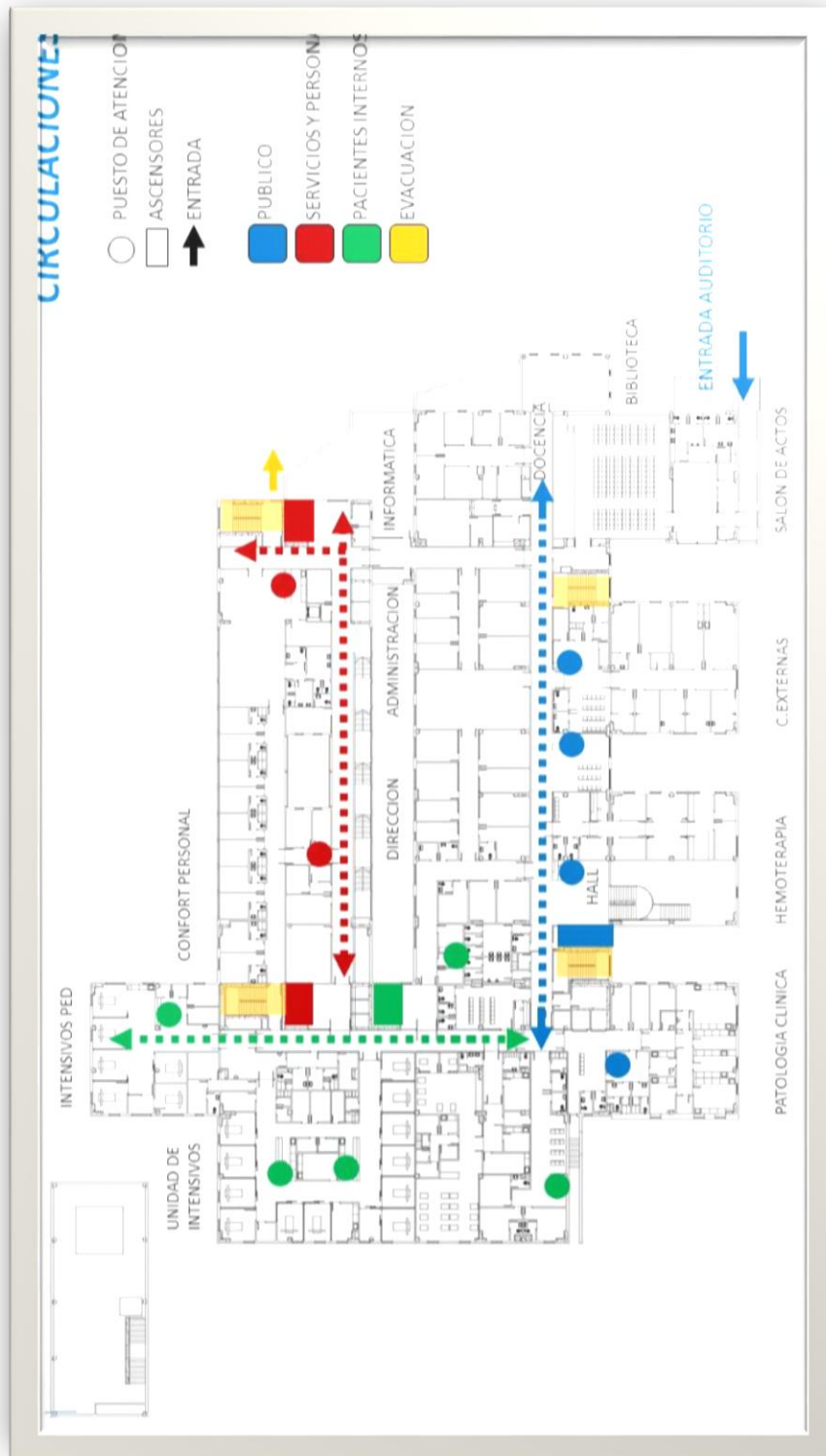


Ilustración 15: Esquema 3

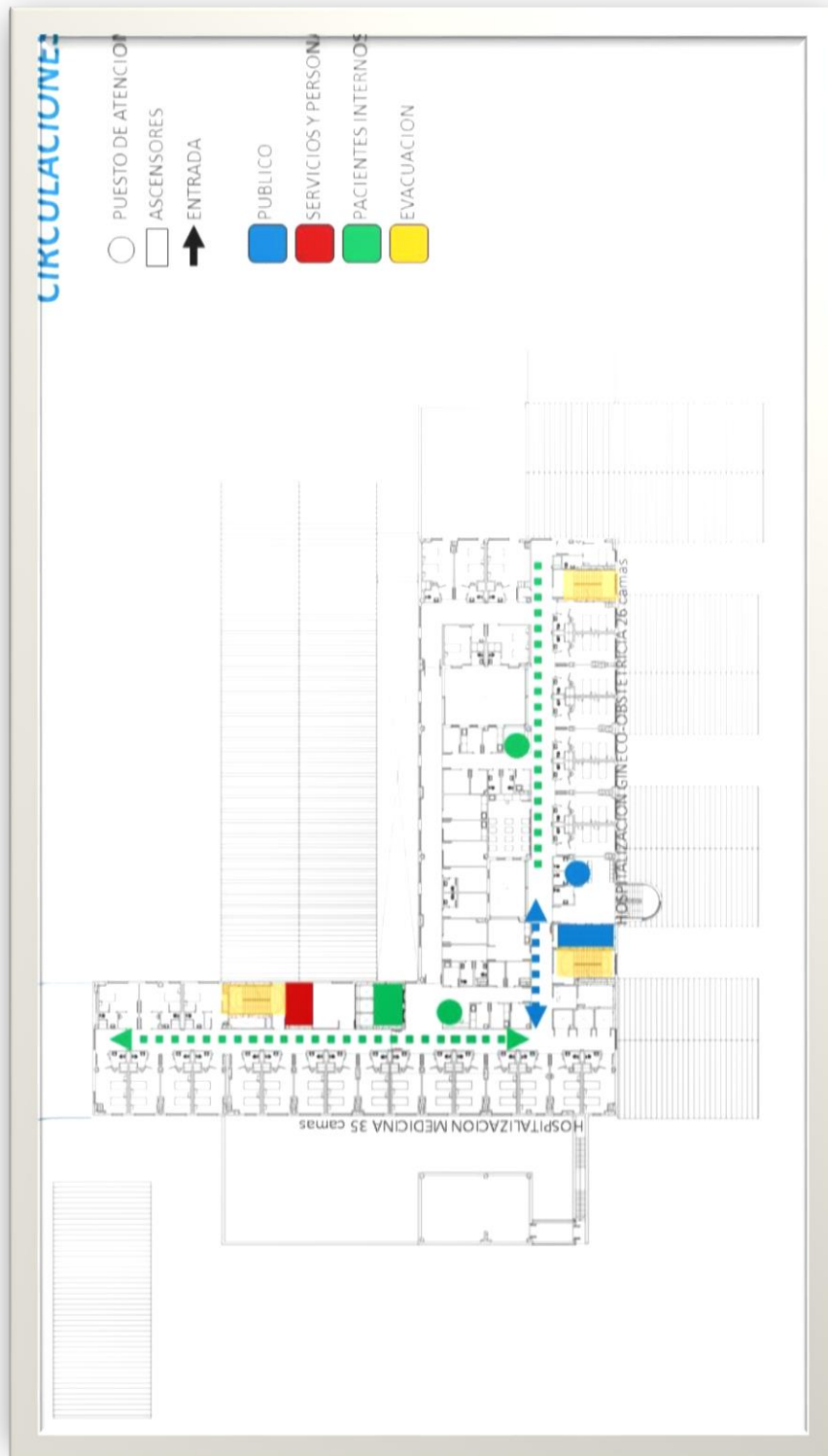


Ilustración 16: Esquema 4

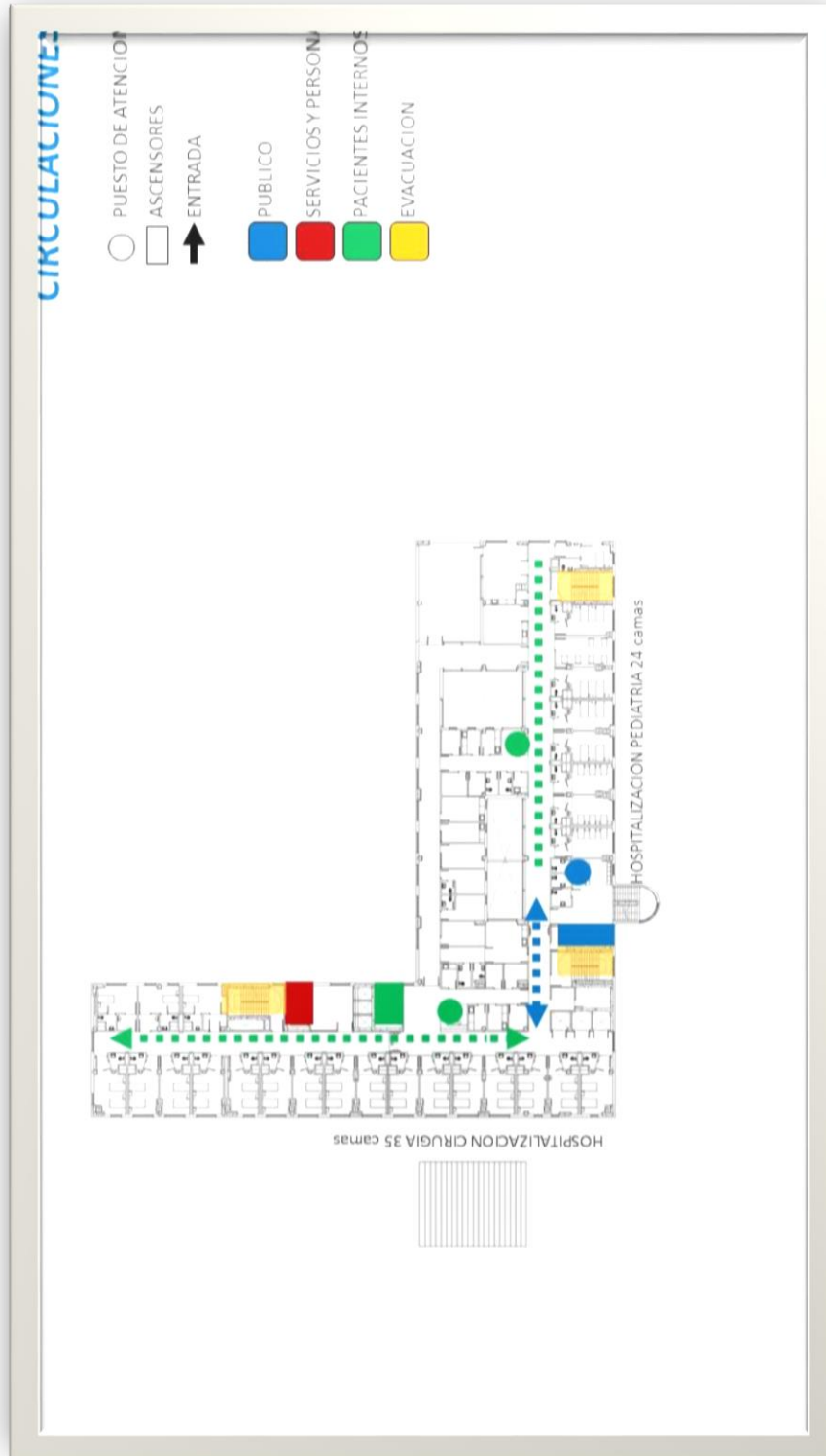


Ilustración 17: Esquema 5

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

- Capítulo I

NOMENCLATURA.

En cuanto a las Nomenclaturas, encontramos algunas diferencias, de la antigua con la nueva, como quitar algunas nomenclaturas y como agregarlas, como lo podemos ver aquí:

Antigua:

En esta edición de la norma, se tiene las nomenclaturas ya conocidas.

Nueva:

En esta edición de la norma, se quitaron algunas nomenclaturas, así como se agregaron muchas más, como lo veremos aquí:

Las que se quitaron:

- Ni: Sumatoria de los pesos sobre el nivel “i”.
- Vi: Fuerza cortante en el entrepiso “i”.
- Q: Coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global.
- Δ_i : Desplazamiento relativo del entrepiso “i”.
- Fa: Fuerza horizontal en la azotea

Los agregados:

- d_i : Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i
- TL: Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.
- R0: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.
- I_a : Factor de irregularidad en altura.
- I_p : Factor de irregularidad en planta.

- Fi: Fuerza lateral en el nivel i.
- Vs: Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.
- N60: Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.
- Su: Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

ALCANCES

En cuanto a los alcances, solo en la nueva norma se agrega un párrafo, el cual dice: (SISTEMAS ESTRUCTURALES).

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

FILOSOFÍA Y PRINCIPIOS DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE:

En este artículo solo encontramos una diferencia, en que la nueva norma se agrega el ítem “C” que dice: (tabla N° 5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”)

C. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

En la nueva norma se agregan dos artículos más que son el 1.4, y el 1.5 las cuales dicen:

Concepción Estructural Sismorresistente:

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.

- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

Consideraciones Generales:

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

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

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del numeral 1.3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a solicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la solicitación sísmica máxima elástica.

Continuando con la comparación de la norma, nos encontramos con un sub-item "1.6" del capítulo I, el cual en la antigua norma es el artículo 4.

- **Zonificación**

En cuanto a la zonificación hubo cambios considerables en cuanto al factor zona, tal como vemos a continuación.

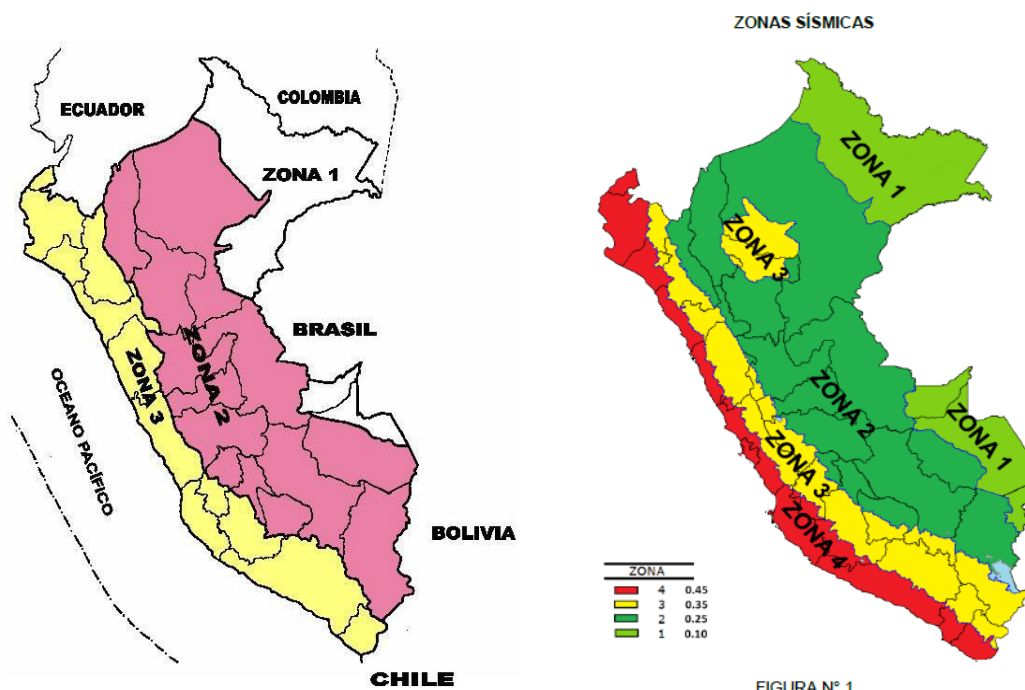


Ilustración 18: Zonificación

En este caso se adiciona un factor zona más, que viene a ser:

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,40
2	0,30
1	0,15

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Nueva Zona 4,
mayor valor**

Ilustración 19: Factores de Zona

4.3. Prueba de la hipótesis

Estudio preliminar y definición del Sistema de Aislamiento

- Bases de cálculo y diseño

Para el diseño del sistema de aislamiento de los bloques 1 y 9 del Hospital de Cerro de Pasco se busca satisfacer la norma técnica de diseño sísmico E.030-2014 y las disposiciones que correspondan de la norma ASCE-7-10 Minimum Design Loads For Buildings and Other Structures.

- Parámetros de Diseño

El diseño del sistema de aislamiento cumple con los siguientes parámetros:

- Suelo tipo s1.
- Zona sísmica equivalente al promedio entre las zonas 2 y 3 ($Z = 0.30$).
- Espectro de diseño según la norma E.030.
- Registros sísmicos compatibles con el espectro de la norma E.030.
- Peso Sísmico total de la superestructura (estructura sobre el nivel de aislamiento): 11.136 toneladas.
- Período objetivo del edificio aislado, 2.6 s.

- Modelo de la estructura

Se requiere de un modelo computacional completo de la estructura a la cual se desea agregar aislamiento sísmico. Para el modelo, se deben incorporar todas las masas presentes en la estructura, ya que estas son determinantes en el diseño del sistema de aislamiento. En el sistema de aislamiento planteado, el plano de aislamiento corresponderá a un único plano horizontal en el cual están colocados todos los dispositivos

- Modelo lineal del sistema de aislamiento

Se realiza un modelo lineal del sistema de aislamiento. Este modelo tiene dos niveles de complejidad: en primer lugar, se considerará un modelo lineal básico (MLB) correspondiente a la rigidez necesaria para llevar a la estructura al período objetivo y el amortiguamiento global necesario para lograr las reducciones deseadas del desplazamiento de diseño, ambas propiedades distribuidas uniformemente en el sistema de aislamiento. En segundo lugar, se desarrollará un modelo lineal equivalente (MLE) del sistema de aislamiento, en el cual se calcula la rigidez y amortiguamiento lineales equivalentes de cada uno de los tipos de aisladores resultantes de la etapa de prediseño. Tanto la rigidez como el amortiguamiento equivalente se introducen en el modelo de la estructura de acuerdo a la distribución real en planta de los distintos tipos de aisladores.

- Modelo no-lineal del sistema de aislamiento

Finalmente, se desarrolla un modelo no-lineal completo del sistema de aislamiento (MNL), que considera el cálculo y determinación de las relaciones constitutivas fuerza-deformación de cada uno de los tipos de aisladores presentes en la estructura. Dichas constitutivas serán introducidas en el modelo de acuerdo a la distribución real en planta de los distintos tipos de aisladores.

- Verificación Experimental

Las relaciones constitutivas fuerza-deformación consideradas para los aisladores se determinaron a partir de la base de datos de ensayos realizados en la Universidad Católica de Chile sobre elastómeros y aisladores similares (FONDEF D9611008). Las propiedades consideradas deberán ser contrastadas con los valores experimentales a obtener en el proceso ensayo de control de calidad de los aisladores que serán instalados en el edificio. El documento 15-091-IPS-ET-01-RA Especificaciones Técnicas detalla los ensayos a los que deben ser sometidos los aisladores y los rangos de valores admisibles para sus pro-

propiedades mecánicas. El Mandante podrá adquirir aisladores de cualquier proveedor, siempre y cuando cumplan con los requerimientos de dicho documento. La ubicación definitiva en planta para los aisladores individuales podrá ser ajustada por el Ingeniero Responsable una vez conocidas las propiedades reales de cada uno de ellos.

- Factor de reducción de respuesta y cortes de diseño

El esfuerzo de corte del sistema de aislamiento, V_a , que corresponde a la suma de los cortes en cada uno de los aisladores, será obtenido de los análisis de historia de respuesta en el tiempo. Según el punto 4.7.3 de la norma E.030, la estructura deberá diseñarse para resistir un corte en la interfaz de aislamiento $V_s = V_a/RI$, con $RI = 2$. Por otro lado, el sistema de aislamiento se debe diseñar sin reducción alguna del sismo. Además, se recomienda que la subestructura (bajo el aislamiento) se diseñe considerando un factor $R = 1.0$. En la práctica esto implica que dados los factores de minoración de resistencia utilizados para el diseño convencional de la estructura, ésta debiera presentar muy poca o nula incursión en el rango inelástico durante un sismo de diseño (sin daño).

- Sismo de diseño y sismo máximo posible

Se define como sismo de diseño al nivel del movimiento sísmico del suelo definido por la norma E.030, el que tiene un 10 % de probabilidad de excedencia en 50 años, en una zona geográfica determinada. Por otro lado, de acuerdo con la norma ASCE 7-10, para efectos de este proyecto el sismo máximo posible corresponde al sismo de diseño amplificado por un 50 %.

- Desplazamientos de diseño y máximo

El desplazamiento de diseño es el desplazamiento lateral en el sistema de aislamiento producido por el sismo de diseño y excluye el desplazamiento debido a la torsión natural y accidental. Por otro lado, el desplazamiento máximo es el desplazamiento lateral

provocado por el sismo máximo posible y al igual que el desplazamiento de diseño no incluye el desplazamiento adicional debido a la torsión natural y accidental. Ambos desplazamientos son requeridos para el diseño del sistema de aislamiento.

- Desplazamiento total de diseño y total máximo

El desplazamiento total de diseño corresponde al desplazamiento de diseño más los desplazamientos adicionales debidos a la torsión natural y accidental y es utilizado para el diseño del sistema de aislamiento o algunos elementos de él. Análogamente, el desplazamiento total máximo incluye los desplazamientos adicionales debidos a la torsión natural y accidental; este desplazamiento es requerido para la verificación de la estabilidad del sistema de aislamiento, para el diseño de las separaciones entre edificios, y para los ensayos de aisladores de prototipo.

Definición y caracterización del sistema de aislamiento

Descripción de la estructura

Los bloques 1 y 9 son dos estructuras que totalizan 60 metros de largo por 30 metros de ancho aproximadamente. Los edificios tienen 6 pisos y la superficie total del conjunto es de 8350 m² aproximadamente. Ambos edificios están estructurados principalmente en base a marcos de hormigón armado.

Definición del sistema de aislamiento

Para este proyecto se definió la interfaz de aislamiento en un plano horizontal (nivel) ubicado bajo la losa del primer piso, sobre las fundaciones. El sistema de aislamiento quedó conformado por deslizadores friccionales y aisladores sísmicos elastoméricos.

El sistema de aislamiento debe cumplir, dentro de lo posible, con los requisitos planteados en la etapa de prediseño en lo que a rigidez y amortiguamiento se refiere. La

primera de estas hipótesis depende principalmente del compuesto usado en la fabricación de los aisladores, su geometría y la deformación a la que se ven sometidos. En el caso del amortiguamiento, esta propiedad depende de las características del aislador (relación fuerza-deformación no lineal) y su interacción con la estructura. Es por esto que la estimación definitiva del amortiguamiento del sistema se basa en el análisis no lineal de la estructura (MNL). En el caso que el análisis antes mencionado muestre que el amortiguamiento real de la estructura está por debajo del supuesto en la etapa de prediseño se procede a la incorporación de amortiguamiento adicional al sistema mediante el uso de plomo en los núcleos de los aisladores. Los núcleos de plomo en los aisladores generan un aumento en el amortiguamiento de los dispositivos, pero también un aumento en la rigidez secante, por lo que se debe tener especial cuidado en la ubicación y cantidad de aisladores con núcleo de plomo. También en el análisis MNL se tiene en consideración el aporte de amortiguamiento que brindan los deslizadores friccionales. La Figura muestra esquemáticamente la ubicación en elevación de los dispositivos en el edificio aislado.

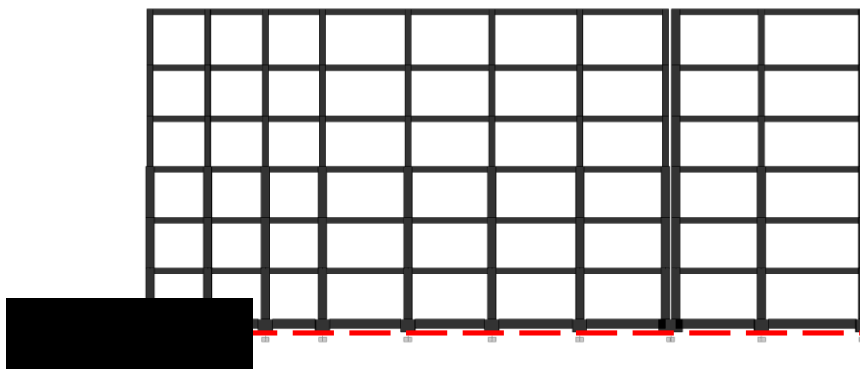


Ilustración 20: Esquema del sistema de aislamiento: nivel de aislamiento en línea segmentada.

Consideraciones básicas en juntas e interfaces de instalaciones

La estructura aislada deberá ser diseñada en su conjunto de modo de admitir una deformación relativa entre sus partes aisladas y fijas de al menos el desplazamiento total máximo (DT M) más un margen adicional como factor de seguridad. Para efectos de este proyecto, la distancia especificada entre estructuras aisladas y no aisladas es de 24 centímetros. Para conseguir un adecuado comportamiento sísmico y garantizar la serviciabilidad de la estructura tanto para eventos sísmicos menores como para sismos severos, se deben considerar dos aspectos relevantes:

- Detallamiento de la junta de aislamiento o GAP: se debe considerar el hecho que la parte aislada del edificio debe poder moverse libremente con respecto al entorno circundante (subestructura, calles, pavimentos exteriores, zonas interiores no aisladas, etc), impidiendo además que entren objetos indeseados, suciedad o agua desde el exterior hacia el interior del edificio. Es por esto que se hace necesario un detallamiento especial de todo el contorno del edificio y también de todas las partes que conecten la superestructura aislada con la subestructura fija y su entorno, ya sean escaleras, ascensores, rampas de acceso, plataformas, etc.
- Interfases de instalaciones: el diseño de todas las instalaciones del edificio que atraviesen la interfaz de aislamiento debe tener en cuenta que existirá una deformación relativa entre las partes aisladas y fijas de la estructura ante un evento sísmico. Es por esto que las instalaciones en estas zonas deberán proveer uniones flexibles que permitan funcionalidad al igual que la capacidad de absorber dicha deformación relativa.

Prediseño del Sistema de Aislamiento

- **Espectro de diseño y máximo**

El espectro de diseño utilizado corresponde al indicado por la Norma Técnica E.030 para suelo tipo s1 y zona sísmica intermedia entre 2 y 3 ($Z = 0.30$) y corresponde al que se muestra en la Figura. Se ha aplicado un factor de reducción para los períodos mayores a 2.0 s calculado de manera de obtener con el prediseño aproximadamente el mismo corte sísmico que se espera obtener con el análisis tiempo-historia que se realiza en el diseño. Esto permite que la respuesta de los modos aislados (primeros 3 modos de la estructura) quede reducida por el efecto de la disipación adicional de energía del sistema de aislamiento y que los modos altos de la superestructura respondan de acuerdo a una estructura convencional (no aislada). Sin embargo, esta es una aproximación y el efecto real de dicha disipación sólo podrá ser evaluado con mayor precisión mediante un análisis Tiempo-historia no-lineal que considere la verdadera relación fuerza deformación de cada aislador (la cual es inherentemente no lineal). Esta aproximación se considera adecuada para efectos de un prediseño. Para el caso del espectro representativo del sismo máximo posible, se amplificó el espectro de diseño por el factor 1.5, tal como lo requiere la norma ASCE 7-10.

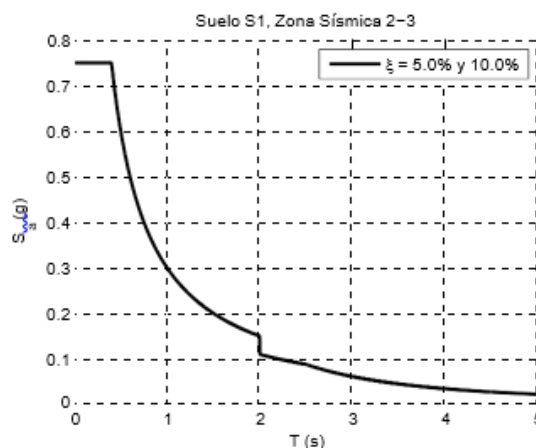


Ilustración 21: Espectro de diseño de la norma E.030 con reducción de amortiguamiento en períodos altos

- **Prediseño de los aisladores**

Se estableció como requisito para el diseño del sistema de aislamiento sísmico el lograr una solución que permita alcanzar el menor corte basal de diseño que cumpla con lo exigido por la norma E.030. Esto permite cumplir con la norma y lograr una estructura lo más económica posible, alcanzando siempre las ventajas de desempeño de una estructura aislada.

El diseño del sistema de aislamiento es un proceso iterativo. En primer lugar, se determina un período objetivo el cual condiciona la rigidez necesaria del sistema. Además, el sistema de aislamiento posee un amortiguamiento (que es dependiente del desplazamiento). A partir de la rigidez y amortiguamiento se obtiene la deformación o desplazamiento del sistema. Finalmente, el desplazamiento del sistema es usado para recalcularse su amortiguamiento e iterar. De la experiencia en diseños anteriores se observa que para efectos de prediseño, entrega buenos resultados asumir un amortiguamiento para el sistema de aislamiento e incorporar este amortiguamiento como una reducción del espectro de diseño. Este amortiguamiento a asumir, depende del tipo de sistema de aislamiento, número de aisladores y estructuración del edificio a aislar. Para este proyecto se consideró un 10 % de amortiguamiento en los modelos lineales del edificio.

Por otro lado, es necesario definir las propiedades geométricas y tipo de compuesto de elastómero a usar en los aisladores para obtener la rigidez y amortiguamiento requeridos y además poder soportar las cargas gravitacionales y sísmicas junto con las deformaciones producto del sismo.

Finalmente, se realizaron iteraciones de modo de satisfacer los requerimientos de corte basal mencionados anteriormente y conseguir un aislador con factores de seguridad a la deformación y a la estabilidad mayores que 1.5 y 2.0, respectivamente. Además, en función de la distribución de cargas gravitacionales se debe buscar la manera de

minimizar los efectos torsionales que afectan a edificios con excentricidad de masa respecto al centro de rigidez de la estructura. Este proceso iterativo condujo a usar distintos tipos de dispositivos. La geometría de los dispositivos a utilizar en el proyecto se muestra en la Tabla Siguiete:

Tipo	Denominación	Cantidad	D_{ext} (cm)	D_{int} (cm)	t_s (cm)	n_r	t_r (cm)	D_r (cm)	t_r (cm)	H_r (cm)	H_t (cm)	Núcleo Plomo
AS1-1	H4-65	48	65	5	0.3	17	0.8	75	2	13.6	22.4	NO
SL1-1	DFD 300/250	11	-	-	-	-	-	-	-	-	12.0	-

Tabla 1: Dimensiones geométricas de los dispositivos de los bloques 1 y 9

- D_{ext} Diámetro exterior del elastómero
- D_{int} Diámetro interior del núcleo del elastómero t_s Espesor de las placas intermedias de acero n_r Número de capas de goma
- D_f Lado de las placas de acero de anclaje
- t_f Espesor de las placas de acero de anclaje
- t_r Espesor de las capas de goma
- H_r Altura total de goma
- H_t Altura total del aislador

Finalmente, el sistema de aislamiento de los bloques 1 y 9 quedará conformado por 48 aisladores elastoméricos y 11 deslizadores. El diámetro de los aisladores es de $D_e = 65$ cm, altura de goma $H_r = 13.6$ cm y diámetro interior del aislador igual a $D_i = 5$ cm. Los deslizadores tendrán un núcleo de 30 cm de diámetro y una capacidad de deformación mínima de 23 cm.

La distribución en planta de los dispositivos se muestra en la siguiente Figura

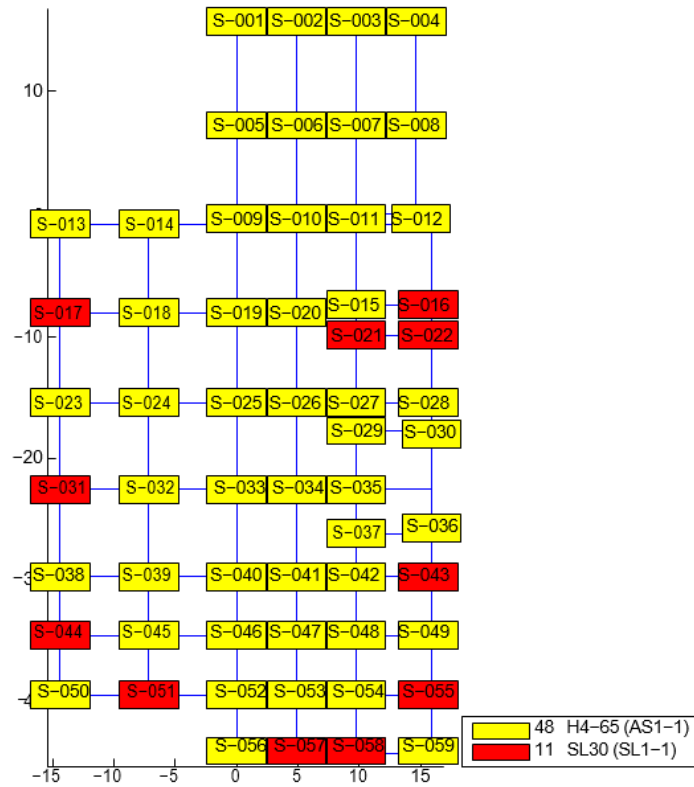


Tabla 2: Vista esquemática del sistema de aislamiento

En general, la denominación de los aisladores y deslizadores será la siguiente:

- Aisladores: HX-YY, donde X representa el módulo de corte del compuesto utilizado e YY el diámetro exterior del aislador.
- Deslizadores: DFD-ZZ/WW, donde ZZ representa el diámetro del núcleo de deslizamiento y WW representa la capacidad de desplazamiento.

4.4. Discusión de resultados

Comparación de Parámetros Sísmicos

La norma sismorresistente vigente propone modificaciones con respecto a los parámetros sísmicos, ante estos cambios el espectro de diseño también varía y se propone estudiar cuanto es la variación en este tipo de edificaciones.

Según las características de la edificación analizada se presenta un cuadro comparativo entre la norma actual y la antigua:

Parámetros	Norma E030 2013	Norma E030 2016
Z	0.4	0.45
S	1	1
Tp	0.4	0.4
TL	-	2.5
Cx	2.5	2.5
Cy	1.82	1.85
U	1	1
R	6	6
Amortiguadores	No	Si

Tabla 3: Comparación de parámetros sísmicos

En nuestra edificación, la variación más importante se da en el parámetro de zona (Z). Este parámetro es el principal responsable de la modificación del espectro de análisis, consecuentemente se producen nuevas fuerzas sísmicas, lo que conduce a tener nuevos esfuerzos y por ende un nuevo diseño de la estructura.

La tabla nos muestra la variación del parámetro de zona (Z) el cual se incrementó de 0.40 a 0.45, un 12.5% con respecto a la norma técnica E.030 del 2003. Se muestra en la siguiente figura la zonificación de las dos normas, en ella se observa gráficamente la distribución espacial de las zonas en todo el mapa del Perú propuestas por la norma sismorresistente.

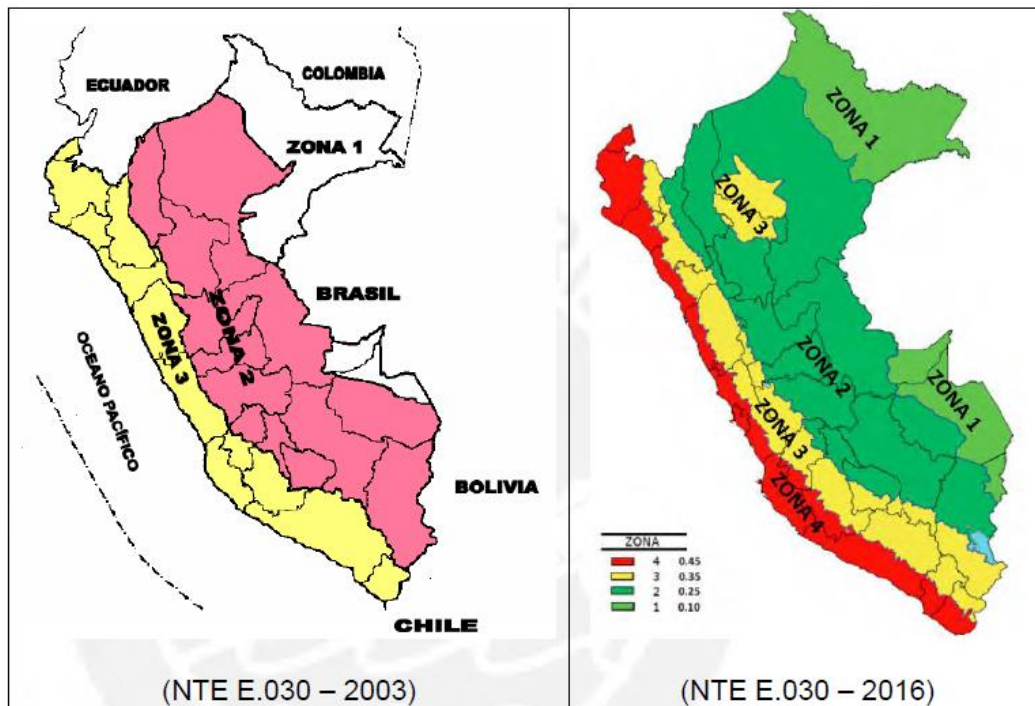


Ilustración 22: Zonificación del territorio nacional según la norma antigua y la vigente

El valor de TL (el cual indica el inicio para estructuras con periodos largos) no estaba definida en norma técnica E.030 antigua; sin embargo, dada la necesidad de incorporar este parámetro debido a la demanda de edificios que se caracterizan por tener periodos largos, se planteó una expresión para cálculo de C que incluya este periodo el cual a su vez depende del perfil de suelo en el cual se esté cimentando.

El valor de C_y representa el factor de amplificación sísmica en la dirección Y-Y, según los periodos obtenidos mediante el análisis sísmico se encontró que hubo un incremento de 1.7% al ser analizado con la norma sismorresistente vigente. Este incremento es mínimo y se debe principalmente a la ligera variación del periodo de la estructura en esta dirección de análisis, lo cual se verá más adelante.

Los demás parámetros sísmicos se mantienen constantes debido a las características y el tipo de edificación que se está analizando.

Comparación de resultados del análisis sísmico

La estructura analizada presenta modificaciones en algunos parámetros sísmicos tales como el factor de zona (Z), el periodo TL y el coeficiente de amplificación sísmica en la dirección Y-Y (Cy) los cuales fueron presentados en la Tabla 22, por ello se verificará la variación que presenta en el periodo de la estructura, la cortante basal, las derivas y los desplazamientos máximos.

Comparación del periodo de la Estructura

Periodos	E030 – 2013	E030 – 2016
Tx	0.26	0.25
Ty	0.55	0.54

Tabla 4: Comparación de periodos

Los periodos obtenidos en ambas direcciones de análisis presentan una variación mínima, esto se debe a que se trata de la misma estructura a analizar, al tener la misma masa y rigidez los periodos no deberían variar, sin embargo, por la diferencia de los programas para la modelación 3D de la estructura (ETABS 9.7.4), y por criterios particulares adoptados en el modelado, se presentan estas variaciones mínimas del periodo que influyen poco o nada en los coeficientes sísmicos.

Comparación de la cortante basal

La cortante basal estática y dinámica analizadas con la norma técnica E.030 antigua y con la norma vigente se muestran en las siguientes tablas:

Periodos	E030 – 2013	E030 – 2016
-----------------	--------------------	--------------------

Vex	551	595
VeY	401	461

Tabla 5: Comparación de cortante basal estática

Periodos	E030 – 2013	E030 – 2016
Vx	396	431
Vy	308	347

Tabla 6: Comparación de cortante basal Dinámica

La variación de la cortante basal en la dirección X-X de análisis, tanto estática como dinámica, se da debido al que el factor de zona (Z) aumentó y en consecuencia la cortante se vio incrementada. En la dirección Y-Y de análisis se observa que se tuvo un mayor incremento, esto debido a que además del incremento de valor del factor de zona (Z) también se tiene una menor cantidad de muros de concreto armado, a diferencia de los muros estructurales en la dirección X-X, lo que hace que tenga menos rigidez lateral y sea susceptible de presentar mayores fuerzas sísmicas.

Comparación de derivas y desplazamientos

La deriva permisible para estructuras de concreto armado (0.007) se mantiene constante en la norma vigente, los valores de la deriva se muestran en la siguiente tabla:

Deriva Permisible	E030 – 2013	E030 - 2016
Deriva XX	0.0011	0.0011

Deriva YY	0.0037	0.0038
-----------	--------	--------

Tabla 7: Comparación de derivas

Las derivas cumplen con lo establecido por la normativa, además en ambas direcciones de análisis las derivas no muestran una variación importante, son prácticamente iguales, esto se debe a que la estructura presenta una adecuada rigidez lo que hace que el desplazamiento de entrepiso sea similar al analizarla con ambas normas.

Los desplazamientos máximos en la estructura se muestran en la siguiente tabla:

Desplazamiento (cm)	E030 – 2013	E030 - 2016
Deriva XX	0.56	2.10
Deriva YY	5.89	7.08

Tabla 8: Comparación de desplazamientos

Se aprecia el efecto que tiene la variación de los parámetros sísmicos en los desplazamientos máximos del edificio, estos desplazamientos inelásticos fueron calculados a partir de la multiplicación de los desplazamientos elásticos con el factor 0.75R, el cual es el mismo para ambas normas en caso la estructura sea regular como se comprobó que lo es nuestro edificio; sin embargo, hubiera resultado que se tenga irregularidad, el factor que multiplicaría a los desplazamientos elásticos sería solo el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R), según lo establecido en el artículo 5.1 de la norma sismorresistente vigente, en este caso los desplazamientos serían aún mucho mayores que los hallados con la norma técnica E.030 antigua.

Comparación de junta Sísmica

Expresión	E030 – 2013	E030 - 2016
------------------	--------------------	--------------------

Junta	5.5 cm	7.0 cm
-------	--------	--------

Tabla 9: Comparación de junta Sísmica

Comparación de fuerzas Internas

- **En vigas**

Fuerza Interna	E030 – 2013	E030 - 2016
V (ton)	4.5	5.0
M (Ton-m)	11.4	12.9

Tabla 10: Fuerzas Internas en Vigas

Las vigas que se encuentran paralelas a la dirección Y-Y tienen como cargas principales a las fuerzas sísmicas ya que en comparación con la dirección X-X la densidad de placas es menor, por lo tanto los pórticos asumen una parte considerable de las fuerzas sísmicas.

En consecuencia, todas las vigas tendrán una variación en sus fuerzas internas, algunas en mayor proporción que otras, al analizarse con la norma sismorresistente NTE.030 vigente debido a que se varió el espectro de análisis.

- **En Columnas**

Fuerza Interna	E030 – 2013	E030 - 2016
P (ton)	5.3	5.9
Vx (Ton)	1.2	1.4
My (Ton-m)	1.7	2.0

Tabla 11: Fuerzas Internas en Columnas

- **En Placas**

Fuerza Interna	E030 – 2013	E030 - 2016
Vx (ton)	17.4	19.6
Vy (Ton)	125.9	141.7
Mx (Ton-m)	1556.2	1751.4
My (Ton-m)	135.1	152.1

Tabla 12:Fuerzas Internas en Columnas

Metrados y Costos de la Edificación

Descripción	E030 – 2013	E030 - 2016
Presupuesto Edificación	4.5	5.0

Tabla 13:Fuerzas Internas en Columnas

CONCLUSIONES

El Análisis estructural se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones. Igualmente, el análisis dinámico estudiaría el comportamiento dinámico de dichas estructuras y la aparición de posibles vibraciones perniciosas para la estructura. Cuando hablamos de esfuerzos, El tipo de método empleado difiere según la complejidad y estructuras muy sencillas entre los que se encuentran la teoría de vigas de Euler-Bernoulli que es el método más simple, es aplicable sólo a barras esbeltas sometidas a flexión y esfuerzos axiales. Naturalmente no todas las estructuras se dejan analizar por este método. Cuando existen elementos estructurales bidimensionales en general deben emplearse métodos basados en resolver ecuaciones diferenciales, sin embargo, en la presente investigación se ha analizado la estructura con Software ETABS que ayuda a resolver las variables planteadas en la hipótesis y el problema. Por ello Podemos Concluir que Los Cambios de la Norma E030 Diseño Sismo Resistente han Influido en las Edificaciones del Distrito de Yanacancha Pasco 2017 – 2018 ya que en la edificación antes del cambio de la norma no se habían considerado ningún tipo de aislante sísmico, además se ha visto que las dimensiones de los elementos estructurales son los mismos, es por ello que la variación en el presupuesto se debe al incremento de los amortiguadores.

Del Proyecto Hospital Carrión, y del planteamiento del problema e hipótesis podemos emanar las siguientes conclusiones secundarias, siendo:

- Al realizar el análisis sísmico de la edificación con la norma sismorresistente vigente, se verificó que la deriva máxima fue de 0.0038 el cual se encuentra por debajo del límite permisible que exige la norma de 0.007; por otro lado, se verificó que con las nuevas condiciones que exige la norma técnica E.030 vigente, no existe ningún tipo de irregularidad en altura ni en planta en la estructura, en relación a la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis dinámico fue menor que el 80% de la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis estático, por lo tanto se escaló las fuerzas internas por 1.10 y 1.06 en las direcciones XX e YY respectivamente. En relación a la junta sísmica reglamentaria pasó de ser 5.5 cm a ser 7.0 cm, esto debido a que la expresión para el cálculo de la distancia mínima entre edificaciones, en función de la altura, se vio modificada en la norma técnica E.030 vigente ($0.006h$). Para nuestra edificación, esta expresión representa la distancia más crítica y fue usada para el cálculo de la junta sísmica. Con esto se puede observar que teniendo una misma altura de edificación, la actual norma sismorresistente presenta una mayor exigencia en el tema de juntas sísmicas, por lo tanto podemos indicar que Los Cambios de la Norma E030 Diseño Sismo Resistente han Influido Estructuralmente en las Edificaciones del Distrito de Yanacancha Pasco 2017 - 2018
- Al realizar el metrado de todos los elementos estructurales y asignarles un precio, basado en el costo de materiales de construcción referencial, se tiene que el mayor incremento de los costos se dio en el precio del concreto en zapatas ya que ahí es donde se incrementó los elementos para

disipar las ondas sísmicas. Este incremento fue de S/. XXX soles respecto al análisis realizado con la norma sismorresistente del 2003.

RECOMENDACIONES

- La norma sismorresistente vigente presenta una mayor rigurosidad en cuanto a estructuras irregulares. Con esta premisa se recomienda realizar el análisis y comparación, tanto estructural y económica, de una estructura irregular diseñada con ambas normas sismorresistentes, la del 2003 y la vigente del 2016.
- Se recomienda a todos los profesionales actualizarse al cambio de cualquier norma, ya que estas están en constante cambio por las necesidades que requiere las edificaciones.
- Se debería de incorporar una norma de tsunamis debido a la gran longitud de costa que tiene el peru y tantos poblados cerca al mar.

BIBLIOGRAFIA

- MOYANO ROSTWOROWSKI, GABRIEL. 2016. Diseño de un Edificio de Oficinas en Miraflores. PUCP.
- SENCICO. 2003. Norma Técnica de Edificación E.030, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Construcciones.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2016. Norma E.030, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- SENCICO. 2009. Norma Técnica de Edificación E.060, Concreto Armado. Reglamento Nacional de Construcciones.
- SENCICO. 2004. Norma Técnica de Edificación E.020, Cargas. Reglamento Nacional de Construcciones.
- SENCICO. 2006. Norma Técnica de Edificación E.050, Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Construcciones.
- BLANCO BLASCO, ANTONIO. 2006. Apuntes del Curso Concreto Armado 2. PUCP.
- OTTAZZI PASINO, GIANFRANCO. 2015. Apuntes del Curso Concreto Armado 1. Fondo Editorial PUCP.
- ETABS Nonlinear Version 9.7.4. Computers and Structures Inc. Copyright 1984-2010.
- SAFE Standard Version 12.3.4. Computers and Structures Inc. Copyright 1978-2014.
- MUÑOZ PELAEZ, ALEJANDRO. 2009. Apuntes del curso de Ingeniería Sismorresistente. PUCP.

- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2011.
Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas.
Reglamento Nacional de Edificaciones.
- GRUPO S10. 2017. Revista Costos: Construcción, Arquitectura e Ingeniería. Ed.
276, Marzo.

ANEXOS



El Peruano

190 AÑOS

1825-2015. LA HISTORIA PARA CONTAR | **DIARIO OFICIAL**



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2016-VIVIENDA**

**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA
LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO
SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO
NACIONAL DE EDIFICACIONES,
APROBADA POR DECRETO SUPREMO
N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON
DECRETO SUPREMO
N° 002-2014-VIVIENDA**

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL



DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA LA NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA POR DECRETO SUPREMO N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON DECRETO SUPREMO N° 002-2014-VIVIENDA

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2016-VIVIENDA**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Ley N° 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, el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones, como instrumento técnico normativo que rige a nivel nacional, el cual contempla sesenta y nueve (69) Normas Técnicas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE, comprendidas en el referido Índice, y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, encargada de analizar y formular las propuestas para la actualización de las Normas Técnicas; precisándose que a la fecha las referidas normas han sido modificadas por sendos Decretos Supremos;

Que, es preciso señalar que con los Decretos Supremos N° 001-2010-VIVIENDA y N° 017-2012-VIVIENDA, se aprobaron dos normas técnicas adicionales, de acuerdo al Índice y a la Estructura del RNE aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA; y con los Decretos Supremos N° 011-2012-VIVIENDA, N° 005-2014-VIVIENDA y N° 006-2014-VIVIENDA, se incorporaron tres nuevas normas al citado cuerpo legal;

Que, con Informe N° 001-2015-CPARNE de fecha 17 de junio de 2015, el Presidente de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva la propuesta de modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del RNE, aprobada con Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA; la misma que ha sido materia de evaluación y aprobación por la mencionada Comisión conforme al Acta de aprobación de la Quincuagésima Segunda Sesión de fecha 10 de junio de 2015, que forma parte del expediente correspondiente;

Que, la propuesta normativa tiene por objeto actualizar la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" de acuerdo con las nuevas tecnologías en sismorresistencia y los avances científicos en el campo de la sismología, a fin de disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas, evitar las pérdidas de vidas humanas en caso de sismos y asegurar la continuidad de los servicios básicos;

Que, conforme a lo señalado por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, corresponde disponer la modificación de la Norma Técnica a que se refiere el considerando anterior, a fin de actualizar y complementar su contenido; y,

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; y el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por el Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA;

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE

Modifícase la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" contenida en el Numeral III.2 Estructuras,

del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, la cual forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación y Difusión

Publícase el presente Decreto Supremo y la Norma Técnica a que se refiere el artículo 1 de la presente norma, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial "El Peruano", de conformidad con lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 001-2009-JUS.

Artículo 3.- Refrendo

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

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- Normativa aplicable a proyectos de inversión pública y procedimientos administrativos en trámite

Los proyectos de inversión pública que a la fecha de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, cuentan con la declaratoria de viabilidad en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP, y los procedimientos administrativos en los que se haya solicitado a las Municipalidades la licencia de edificación correspondiente, se rigen por la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, hasta su conclusión.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil dieciséis.

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente de la República

FRANCISCO ADOLFO DUMLER CUYA
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NORMA TÉCNICA E.030

"DISEÑO SISMORRESISTENTE"

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

- 1.1 Nomenclatura
- 1.2 Alcances
- 1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente
- 1.4 Concepción Estructural Sismorresistente
- 1.5 Consideraciones Generales
- 1.6 Presentación del Proyecto

CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO

- 2.1 Zonificación
- 2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio
- 2.3 Condiciones Geotécnicas
- 2.4 Parámetros de Sitio (S , T_p y T_f)
- 2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

- 3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)
- 3.2 Sistemas Estructurales
- 3.3 Categoría y Sistemas Estructurales
- 3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)
- 3.5 Regularidad Estructural
- 3.6 Factores de Irregularidad (I_a , I_b)
- 3.7 Restricciones a la Irregularidad
- 3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas,

R

3.9 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- 4.1 Consideraciones Generales para el Análisis
- 4.2 Modelos para el Análisis
- 4.3 Estimación del Peso (P)
- 4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico
- 4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes
- 4.6 Análisis Dinámico Modal Espectral
- 4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

- 5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales
- 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles
- 5.3 Separación entre Edificios (s)
- 5.4 Redundancia
- 5.5 Verificación de Resistencia Última

CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Responsabilidad Profesional
- 6.3 Fuerzas de Diseño
- 6.4 Fuerza Horizontal Mínima
- 6.5 Fuerzas Sísmicas Verticales
- 6.6 Elementos no Estructurales Localizados en la Base de la Estructura, por Debajo de la Base y Cercos
- 6.7 Otras Estructuras
- 6.8 Diseño Utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles

CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Capacidad Portante
- 7.3 Momento de Volteo
- 7.4 Cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

- 8.1 Evaluación de estructuras después de un sismo
- 8.2 Reparación y reforzamiento

CAPÍTULO 9 INSTRUMENTACIÓN

- 9.1 Estaciones Acelerométricas
- 9.2 Requisitos para su Ubicación
- 9.3 Mantenimiento
- 9.4 Disponibilidad de Datos

ANEXOS

ANEXO N° 1 ZONIFICACIÓN SISMICA

ANEXO N° 2 PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Nomenclatura

Para efectos de la presente Norma Técnica, se consideran las siguientes nomenclaturas:

C Factor de amplificación sísmica.

C_T Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

d_i Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i .

e_i Excentricidad accidental en el nivel " i ".

F_i Fuerza sísmica horizontal en el nivel " i ".

g Aceleración de la gravedad.

h_i Altura del nivel " i " con relación al nivel del terreno.

h_{ei} Altura del entrepiso " i ".

h_n Altura total de la edificación en metros.

M_{θ} Momento torsor accidental en el nivel " i ".

m Número de modos usados en la combinación modal.

n Número de pisos del edificio.

P Peso total de la edificación.

P_i Peso del nivel " i ".

R Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

r Respuesta estructural máxima elástica esperada.

r_i Respuestas elásticas máximas correspondientes al modo " i ".

S Factor de amplificación del suelo.

S_a Espectro de pseudo aceleraciones.

T Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

T_p Período que define la plataforma del factor C .

T_i Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

U Factor de uso o importancia.

V Fuerza cortante en la base de la estructura.

Z Factor de zona.

R_0 Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

I_a Factor de irregularidad en altura.

I_p Factor de irregularidad en planta.

f_i Fuerza lateral en el nivel i .

\bar{V}_S Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.

\bar{N}_{60} Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.

\bar{S}_{u} Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

1.2 Alcances

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en numeral 1.3.

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

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

Para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se podrá usar esta Norma en lo que sea aplicable.

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: tsunamis, fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente

La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en:

- a. Evitar pérdida de vidas humanas.
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente Norma los siguientes principios:

- a. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- b. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- c. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

1.4 Concepción Estructural Sismorresistente

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

1.5 Consideraciones Generales

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

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

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del numeral 1.3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a solicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la solicitación sísmica máxima elástica.

1.6 Presentación del Proyecto

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán estar firmados por el ingeniero civil colegiado responsable del diseño, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

Los planos del proyecto estructural deberán incluir la siguiente información:

- a. Sistema estructural sismorresistente.
- b. Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- c. Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- d. Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.

- e. Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.
- f. La ubicación de las estaciones acelerométricas, si éstas se requieren conforme al Capítulo 9.

CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO

2.1 Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

ZONAS SÍSMICAS



FIGURA N° 1

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

2.2.1 Microzonificación Sísmica

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación

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

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

2.2.2 Estudios de Sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

Los estudios de sitio deberán realizarse, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

2.3 Condiciones Geotécnicas

2.3.1 Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula \bar{N}_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de \bar{N}_{60} para los estratos con suelos granulares y de \bar{S}_u para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a. Perfil Tipo S_0 : Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s .

b. Perfil Tipo S_1 : Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada qu mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.

- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c. Perfil Tipo S_2 : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d. Perfil Tipo S_3 : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S_4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u menor que 25 kPa.

e. Perfil Tipo S_4 : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S_4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

2.3.2 Definición de los Perfiles de Suelo

Las expresiones de este numeral se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de estratos con suelos granulares y k al número de estratos con suelos cohesivos.

a. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s

La velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determinará con la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los n estratos y V_{si} es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

b. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración, \bar{N}_{60}

El valor \bar{N}_{60} se calculará considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y \bar{N}_{60} es el correspondiente valor corregido del SPT.

c. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada, \bar{S}_u

El valor \bar{S}_u se calculará considerando solamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{S_{ui}} \right)}$$

Donde d_i es el espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo y \bar{S}_u es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

Consideraciones Adicionales:

En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo será el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

2.4 Parámetros de Sitio (S , T_p y T_L)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_p y T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p \quad C = 2,5$

$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right)$

$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$

Tes el período de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1,5
Edificaciones Esenciales	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

3.2 Sistemas Estructurales

3.2.1 Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

Pórticos. Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

3.2.2 Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sismos.

Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)
Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.

Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)

Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.

Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres.

3.2.3 Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada.

3.2.4 Estructuras de Madera

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

3.2.5 Estructuras de Tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

3.3 Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albanilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

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

3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R_o que corresponda.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albanilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S_3 , ni se permite en suelos S_4 .

3.5 Regularidad Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Estructuras Regulares son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

En estos casos, el factor I_a o I_p será igual a 1,0.

Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

3.6 Factores de Irregularidad (I_a, I_p)

El factor I_a se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_p se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,50
Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.	0,60
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{cm}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,60
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	0,90

3.7 Restricciones a la Irregularidad

3.7.1 Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

3.7.2 Sistemas de Transferencia

Los sistemas de transferencia son estructuras de losas y vigas que transmiten las fuerzas y momentos desde elementos verticales discontinuos hacia otros del piso inferior.

En las zonas sísmicas 4, 3 y 2 no se permiten estructuras con sistema de transferencia en los que más del 25 % de las cargas de gravedad o de las cargas sísmicas en cualquier nivel sean soportadas por elementos verticales que no son continuos hasta la cimentación. Esta disposición no se aplica para el último entrepiso de las edificaciones.

3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

3.9 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

Se permite la utilización de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía en la edificación, siempre y cuando se cumplan las disposiciones de esta Norma (mínima fuerza cortante en la base, distorsión de entrepiso máxima permisible), y en la medida que sean aplicables los requisitos del documento siguiente:

“Minimum Design Loads for Building and Other Structures”, ASCE/SEI 7-10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010.

La instalación de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía deberá someterse a una supervisión técnica especializada a cargo de un ingeniero civil.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

4.1 Consideraciones Generales para el Análisis

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Las solicitaciones sísmicas verticales se considerarán en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

4.2 Modelos para el Análisis

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

Para propósito de esta Norma las estructuras de concreto armado y albañilería podrán ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

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

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

El modelo estructural deberá incluir la tabiquería que no esté debidamente aislada.

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

En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se deberá considerar un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

4.3 Estimación del Peso (P)

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

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

4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico

Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (numeral 4.5).
- Análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

El análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, descrito en el numeral 4.7, podrá usarse con fines de verificación, pero en ningún caso será exigido como sustituto de los procedimientos indicados en los numerales 4.5 y 4.6.

4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

4.5.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

4.5.2 Fuerza Cortante en la Base

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

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

4.5.4 Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

Donde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

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

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

4.5.5 Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

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

4.5.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a $2/3 Z \cdot U \cdot S$.

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

4.6 Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

4.6.1 Modos de Vibración

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

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

4.6.2 Aceleración Espectral

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

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

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

4.6.3 Criterios de Combinación

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

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse

usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05

ω_i, ω_j son las frecuencias angulares de los modos i, j

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

4.6.4 Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

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

4.6.5 Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

El análisis dinámico tiempo - historia podrá emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los numerales 4.5 y 4.6.

En este tipo de análisis deberá utilizarse un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

4.7.1 Registros de Aceleración

Para el análisis se usarán como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales.

Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consistirá en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración serán obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se podrán usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construirá un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5 % de amortiguamiento. Ambas componentes se escalarán por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre $0,2 T$ y $1,5 T$ (siendo T el período fundamental),

el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 4.6.2 con $R = 1$.

Para la generación de registros simulados deberán considerarse los valores de C , definidos en el numeral 2.5, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considerará:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

4.7.2 Modelo para el Análisis

El modelo matemático deberá representar correctamente la distribución espacial de masas en la estructura.

El comportamiento de los elementos será modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y tomará en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histeréticos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos.

La resistencia de los elementos será obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.

Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta.

Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5 % del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histerético de los elementos.

Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

4.7.3 Tratamiento de Resultados

En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evaluarán a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entrepiso no deberán exceder de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11.

Las deformaciones en los elementos no excederán de 2/3 de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30 %.

Para verificar la resistencia de los elementos se dividirán los resultados del análisis entre $R = 2$, empleándose las normas aplicables a cada material.

CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la

fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

5.3 Separación entre Edificios (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

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

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

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

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores de 2/3 del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

5.4 Redundancia

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

5.5 Verificación de Resistencia Última

En caso se realice un análisis de la resistencia última se podrá utilizar las especificaciones del ASCE/SEI 41 SEISMIC REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS. Esta disposición no constituye una exigencia de la presente Norma.

CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS

6.1 Generalidades

Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema pero su aporte a la rigidez no es significativo.

Para los elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural sismorresistente y deban acompañar la deformación de la estructura deberá asegurarse que en caso de falla no causen daños.

Dentro de los elementos no estructurales que deben tener adecuada resistencia y rigidez para acciones sísmicas se incluyen:

- Cercos, tabiques, parapetos, paneles prefabricados.
- Elementos arquitectónicos y decorativos entre ellos cielos rasos, enchapes.

- Vidrios y muro cortina.
- Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de gas.
- Equipos mecánicos.
- Mobiliario cuya inestabilidad signifique un riesgo.

6.2 Responsabilidad Profesional

Los profesionales que elaboran los diferentes proyectos serán responsables de proveer a los elementos no estructurales la adecuada resistencia y rigidez para acciones sísmicas.

6.3 Fuerzas de Diseño

Los elementos no estructurales, sus anclajes, y sus conexiones deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_e), cuya resultante podrá suponerse aplicada en el centro de masas del elemento, tal como se indica a continuación:

$$F = \frac{a_i}{g} \cdot C_1 \cdot P_e$$

Donde a_i es la aceleración horizontal en el nivel donde el elemento no estructural está soportado, o anclado, al sistema estructural de la edificación. Esta aceleración depende de las características dinámicas del sistema estructural de la edificación y debe evaluarse mediante un análisis dinámico de la estructura.

Alternativamente podrá utilizarse la siguiente ecuación:

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e$$

Donde F_i es la fuerza lateral en el nivel donde se apoya o se ancla el elemento no estructural calculada de acuerdo al numeral 4.5 y P_i el peso de dicho nivel.

Los valores de C_1 se tomarán de la Tabla N° 12.

Para calcular las solicitaciones de diseño en muros, tabiques, parapetos y en general elementos no estructurales con masa distribuida, la fuerza F se convertirá en una carga uniformemente distribuida por unidad de área. Para muros y tabiques soportados horizontalmente en dos niveles consecutivos, se tomará el promedio de las aceleraciones de los dos niveles.

Tabla N° 12 VALORES DE C_1	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1,5

6.4 Fuerza Horizontal Mínima

En ningún nivel del edificio la fuerza F calculada con el numeral 6.3 será menor que $0,5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e$.

6.5 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como 2/3 de la fuerza horizontal.

Para equipos soportados por elementos de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

6.6 Elementos no Estructurales Localizados en la Base de la Estructura, por Debajo de la Base y Cercos

Los elementos no estructurales localizados a nivel de la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal calculada con:

$$F = 0,5 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e$$

6.7 Otras Estructuras

Para letreros, chimeneas, torres y antenas de comunicación instaladas en cualquier nivel del edificio, la fuerza de diseño se establecerá considerando las propiedades dinámicas del edificio y de la estructura a instalar. La fuerza de diseño no deberá ser menor que la correspondiente a la calculada con la metodología propuesta en este capítulo con un valor de C_1 mínimo de 3,0.

6.8 Diseño Utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles

Cuando el elemento no estructural o sus anclajes se diseñen utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles, las fuerzas sísmicas definidas en este Capítulo se multiplicarán por 0,8.

CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES

7.1 Generalidades

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

La determinación de las presiones actuantes en el suelo para la verificación por esfuerzos admisibles, se hará con las fuerzas obtenidas del análisis sísmico multiplicadas por 0,8.

7.2 Capacidad Portante

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

7.3 Momento de Volteo

Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo, según los numerales 4.5 o 4.6. El factor de seguridad calculado con las fuerzas que se obtienen en aplicación de esta Norma deberá ser mayor o igual que 1,2.

7.4 Cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante

Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S_3 y S_4 y para las Zonas 4 y 3 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10 % de la carga vertical que soporta la zapata.

Para suelos de capacidad portante menor que 0,15 MPa se proveerá vigas de conexión en ambas direcciones.

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

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

Las estructuras dañadas por sismos deben ser evaluadas, reparadas y/o reforzadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron los daños y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con la filosofía del diseño sismorresistente señalada en el Capítulo 1.

8.1 Evaluación de estructuras después de un sismo

Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un ingeniero civil, quien deberá determinar si la edificación se encuentra en buen estado o requiere de reforzamiento, reparación o demolición. El estudio deberá necesariamente considerar las características geotécnicas del sitio.

8.2 Reparación y reforzamiento

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

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

Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones se seguirán los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Solo en casos excepcionales se podrá emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en el RNE, con la debida justificación técnica y con aprobación del propietario y de la autoridad competente.

Las edificaciones esenciales se podrán intervenir empleando los criterios de reforzamiento sísmico progresivo y en la medida que sea aplicable, usando los criterios establecidos en el documento "Engineering Guideline for Incremental Seismic Rehabilitation", FEMA P-420, Risk Management Series, USA, 2009.

CAPÍTULO 9 INSTRUMENTACIÓN

9.1 Estaciones Acelerométricas

Las edificaciones que individualmente o en forma conjunta, tengan un área techada igual o mayor que 10 000 m², deberán contar con una estación acelerométrica, instalada a nivel del terreno natural o en la base del edificio. Dicha estación acelerométrica deberá ser provista por el propietario, siendo las especificaciones técnicas, sistemas de conexión y transmisión de datos debidamente aprobados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

En edificaciones con más de 20 pisos o en aquellas con dispositivos de disipación sísmica o de aislamiento en la base, de cualquier altura, se requerirá además de una estación acelerométrica en la base, otra adicional, en la azotea o en el nivel inferior al techo.

9.2 Requisitos para su Ubicación

La estación acelerométrica deberá instalarse en un área adecuada, con acceso fácil para su mantenimiento y apropiada iluminación, ventilación, suministro de energía eléctrica estabilizada. El área deberá estar alejada de fuentes generadoras de cualquier tipo de ruido antrópico. El plan de instrumentación será preparado por los proyectistas de cada especialidad, debiendo indicarse claramente en los planos de arquitectura, estructuras e instalaciones del edificio.

9.3 Mantenimiento

El mantenimiento operativo de las partes, de los componentes, del material fungible, así como el servicio de los instrumentos, deberán ser provistos por los propietarios del edificio y/o departamentos, bajo control de la municipalidad y debe ser supervisado por el Instituto Geofísico del Perú. La responsabilidad del propietario se mantendrá por 10 años.

9.4 Disponibilidad de Datos

La información registrada por los instrumentos será integrada al Centro Nacional de Datos Geofísicos y se encontrará a disposición del público en general.

**ANEXO N° 01
ZONIFICACIÓN SÍSMICA**

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

A continuación se especifican las provincias y distritos de cada zona.

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO	
LORETO	MARISCAL RAMÓN CASTILLA	RAMÓN CASTILLA	1	TODOS LOS DISTRITOS	
		PEBAS			
		SAN PABLO			
		YAVARI			
	MAYNAS		ALTO NANAY	1	TODOS LOS DISTRITOS
			BELÉN		
			FERNANDO LORES		
			INDIANA		
			IQUITOS		
			LAS AMAZONAS		
			MAZÁN		
			NAPO		
			PUNCHANA		
			PUTUMAYO		
REQUENA		SAQUENA	2	DIEZ DISTRITOS	
		REQUENA			
		CAPELO			
		SOPLIN			
		TAPICHE			
		JENARO HERRERA			
		YAQUERANA			
		ALTO TAPICHE			
		EMILIO SAN MARTÍN			
		MAQUIÁ			
LORETO		NAUTA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		PARINARI			
		TIGRE			
		TROMPETEROS			
		URARINAS			
ALTO AMAZONAS		LAGUNAS	3	CINCO DISTRITOS	
		YURIMAGUAS			
		BALSAPUERTO			
		JEBEROS			
		SANTA CRUZ			
LORETO	UCAVALI	TNTE. MANUEL CLAVERO	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		TORRES CAUSANA			
		SAQUENA			
		REQUENA			
		CAPELO			
		SOPLIN			
		TAPICHE			
		JENARO HERRERA			
		YAQUERANA			
		ALTO TAPICHE			
EMILIO SAN MARTÍN					
MAQUIÁ					
PUINAHUA					
NAUTA					
PARINARI					
TIGRE					
TROMPETEROS					
URARINAS					
LAGUNAS					
YURIMAGUAS					
BALSAPUERTO					
JEBEROS					
SANTA CRUZ					
TNTE. CÉSAR LÓPEZ ROJAS					

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LORETO	UCAVALI	CONTAMANA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		INAHUAYA		
		PADRE MÁRQUEZ		
		PAMPA HERMOSA		
		SARAYACU		

DATEM DEL MARAÑÓN	ALFREDO VARGAS GUERRA	2	CUATRO DISTRITOS
	YANAYACU		
	MANSERICHE		
	MORONA	3	DOS
	PASTAZA		
	ANDOAS		
	BARRANCA		
CAHUAPANAS			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
UCAVALI	PURÚS	PURÚS	1	ÚNICO DISTRITO
	ATALAYA	RAIMONDI	2	TODOS LOS DISTRITOS
		SEPAHUA		
		TAHUANIA		
	PADRE ABAD	YURÚA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CURIMANÁ		
		IRAZOLA		
	CORONEL PORTILLO	PADRE ABAD	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CALLERÍA		
		CAMPOVERDE		
		IPARÍA		
		MANANTAY		
		MASISEA		
NUEVA REQUENA				
YARINACOCHA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
MADRE DE DIOS	TAMBOPATA	INAMBARI	1	TODOS LOS DISTRITOS
		LABERINTO		
		LAS PIEDRAS		
		TAMBOPATA		
	TAHUAMANU	IBERIA	1	TODOS LOS DISTRITOS
		INAPARI		
		TAHUAMANU		
	MANU	FITZCARRALD	2	TODOS LOS DISTRITOS
		HUEPETUHE		
		MADRE DE DIOS		
MANU				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
PUNO	SANDIA	ALTO INAMBARI	1	TRES DISTRITOS
		SAN JUAN DEL ORO		
		YANAHUAYA		
		CUYOCUYO	2	SIETE DISTRITOS
		LIMBANI		
		PATAMBUCO		
		PHARA		
		QUIACA		
		SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO		
	SANDIA			
	SAN ANTONIO DE PUTINA	ANANEA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		QUILCAPUNCU		
		SINA		
		PEDRO VILCA APAZA		
		PUTINA		
	CARABAYA	AYAPATA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COASA		

HUANCANE	CRUCERO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	ITUATA		
	SAN GABÁN		
	USICAYOS		
	AJOYANI		
	CORANI		
	MACUSANI		
MOHO	OLLACHEA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	COJATA		
	HUANCANE		
	HUATASANI		
	INCHUPALLA		
	PUSI		
PUNO	ROSASPATA	2	TRES DISTRITOS
	TARACO		
	VILQUE CHICO		
	HUAYRAPATA		
	MOHO		
PUNO	CONIMA	3	DOCE DISTRITOS
	TILALI		
	COATA		
	CAPACHICA		
	AMANTANI		
	ACORA		
	ATUNCOLLA		
	CHUCUITO		
	HUATA		
	MAÑAZO		
	PAUCARCOLLA		
	PICHACANI		
	PLATERIA		
PUNO			
SAN ANTONIO			
TIQUILLACA			
VILQUE			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
PUNO	AZÁNGARO	AZÁNGARO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		ACHAYA		
		ARAPA		
		ASILLO		
		CAMINACA		
		CHUPA		
		JOSE DOMINGO CHOQUEHUANCA		
		MUÑANI		
		POTONI		
		SAMAN		
		SAN ANTON		
		SAN JOSÉ		
		SAN JUAN DE SALINAS		
		SANTIAGO DE PUPUJA		
	TIRAPATA			
	CHUCUITO	DESAGUADERO	3	TODOS LOS DISTRITOS
		HUACULLANI		
		JULI		
		KELLUYO		
		PISACOMA		
	EL COLLAO	POMATA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ZEPITA		
		CAPAZO		
		CONDURIRI		
	EL COLLAO	ILAVE	3	TODOS LOS DISTRITOS
		PILCUYO		

PUNO	LAMPA	SANTA ROSA	2	TRES DISTRITOS
		CALAPUJA		
		NICASIO		
		PUCARÁ	3	SIETE DISTRITOS
		CABANILLA		
		LAMPA		
		OCUVIRI		
	PALCA			
	PARATIA			
	SANTA LUCÍA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	VILAVILA			
	ANTAUTA			
	AYAVIRI			
	CUPI			
	LLALLI			
	MACARI	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	NUÑO A			
	ORURILLO			
	SANTA ROSA			
	UMACHIRI	3	TODOS LOS DISTRITOS	
JULIACA				
CABANA				
CABANILLAS				
CARACOTO	3	TODOS LOS DISTRITOS		
YUNGUYO				
ANAPIA				
COPANI				
CUTURAPI				
OLLARAYA				
TINICACHI				
UNICACHI				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
AMAZONAS	CAHACHAPOYAS	ASUNCIÓN	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		BALSAS					
		CHACHAPOYAS					
		CHETO					
		CHILIQUIN					
		CHUQUIBAMBA					
		GRANADA					
		HUANCAS					
		LA JALCA					
		LEVANTO					
		LEYMEBAMBA					
		MAGDALENA					
		MARISCAL CASTILLA					
		MOLINOPAMPA					
		MONTEVIDEO					
		OLLEROS					
		QUINJALCA					
		SAN FRANCISCO DE DAGUAS					
		SAN ISIDRO DE MAINO					
		SOLOCO					
		SONCHE					
		BAGUA			ARAMANGO	2	TODOS LOS DISTRITOS
					BAGUA		
	COPALLIN						
	EL PARCO						
	BONGARÁ	IMAZA	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		LA PECA					
		CHISQUILLA					
		CHURUJA					
		COROSHA					
	CUISPES						

CONDORCANQUI	FLORIDA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	JAZAN		
	JUMBILLA		
	RECTA		
	SAN CARLOS		
	SHIPASBAMBA		
	VALERA		
	YAMBRASBAMBA		
	EL CENEPA		
	NIEVA		
RÍO SANTIAGO			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
AMAZONAS	LUYA	CAMPORREDONDO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COBACAMBA		
		COLCAMAR		
		CONILA		
		INGUILPATA		
		LAMUD		
		LONGUITA		
		LONYA CHICO		
		LUYA		
		LUYA VIEJO		
		MARÍA		
		OCALLI		
		OCUMAL		
		PISUQUÍA		
		PROVIDENCIA		
		SAN CRISTÓBAL		
		SAN FRANCISCO DEL YESO		
		SAN JERÓNIMO		
		SAN JUAN DE LOPECANCHA		
		SANTA CATALINA		
		SANTO TOMÁS		
		TINGO		
		TRITA		
	UTCUBAMBA	BAGUA GRANDE	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CAJARURO		
		CUMBA		
		EL MILAGRO		
	RODRÍGUEZ DE MENDOZA	JAMALCA	2	ONCE DISTRITOS
		LONYA GRANDE		
		YAMON		
		CHIRIMOTO		
		COCHAMAL		
		HUAMBO		
LIMABAMBA				
LONGAR				
MARISCAL BENAVIDES				
MILPUC				
OMIA				
SAN NICOLÁS				
SANTA ROSA				
TOTORA				
VISTA ALEGRE	3	UN DISTRITO		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
BELLAVISTA		BELLAVISTA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		ALTO BIAVO		
		BAJO BIAVO		
		HUALLAGA		
		SAN PABLO		
SAN RAFAEL				

SAN MARTÍN	HUALLAGA	SAPOSOA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		EL ESLABÓN		
		PISCOYACU		
		SACANCHE		
		TINGO DE SAPOSOA		
		ALTO SAPOSOA		
	LAMAS	LAMAS	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ALONSO DE ALVARADO		
		BARRANQUILLA		
		CAYNARACHI		
		CUÑUMBUQUI		
		PINTO RECODO		
		RUMISAPA		
		SAN ROQUE DE CUMBAZA		
		SHANAO		
		TABALOSOS		
	ZAPATEROS			
	MARISCAL CÁCERES	JUANJUÍ	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CAMPANILLA		
		HUICUNGO		
PACHIZA				
PAJARILLO				
JUANJUICILLO				
PICOTA	PICOTA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	BUENOS AIRES			
	CASPISAPA			
	PILLUANA			
	PUCACACA			
	SAN CRISTÓBAL			
	SAN HILARIÓN			
	SHAMBOYACU			
	TINGO DE PONAZA			
	TRES UNIDOS			
MOYOBAMBA	MOYOBAMBA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	CALZADA			
	HABANA			
	JEPELACIO			
	SORITOR			
	YANTALO			
RIOJA	RIOJA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	AWAJÚN			
	ELÍAS SOPLÍN VARGAS			
	NUEVA CAJAMARCA			
	PARDO MIGUEL			
	POSIC			
	SAN FERNANDO			
	YORONGOS			
	YURACYACU			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
SAN MARTÍN	SAN MARTÍN	CHIPURANA	2	CUATRO DISTRITOS
		EL PORVENIR		
		HUIMBAYOC		
		PAPAPLAYA		
		TARAPOTO		
		ALBERTO LEVEU		
		CACATACHI	3	DIEZ DISTRITOS
		CHAZUTA		
		JUAN GUERRA		
		LA BANDA DE SHILCAYO		
		MORALES		
		SAN ANTONIO		

TOCACHE	SAUCE	2	TODOS LOS DISTRITOS
	SHAPAJA		
	TOCACHE		
	NUEVO PROGRESO		
	PÓLVORA		
	SHUNTE		
EL DORADO	UCHIZA	3	TODOS LOS DISTRITOS
	SAN JOSÉ DE SISA		
	AGUA BLANCA		
	SAN MARTÍN		
	SANTA ROSA		
SHANTOJA			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
HUÁNUCO	HUÁNUCO	HUÁNUCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		AMARILIS		
		CHINCHAO		
		CHURUMBAMBA		
		MARGOS		
		PILLCO MARCA		
		QUISQUI		
		SAN FRANCISCO DE CAYRÁN		
		SAN PEDRO DE CHAULÁN		
		SANTA MARÍA DEL VALLE		
	YARUMAYO			
	YACUS			
	HUACAYBAMBA	HUACAYBAMBA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CANCHABAMBA		
		COCHABAMBA		
		PINRA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
HUÁNUCO	LEONCIO PRADO	RUPA-RUPA	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		JOSÉ CRESPO Y CASTILLO					
		MARIANO DÁMASO BERAÚN					
		DANIEL ALOMIA ROBLES					
		FELIPE LUYANDO					
		HERMILIO VALDIZÁN					
		MARAÑÓN			HUACACHUCRO	2	TODOS LOS DISTRITOS
					CHOLÓN		
					SAN BUENAVENTURA		
		PUERTO INCA			PUERTO INCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CODO DEL POZUZO						
	HONORIA						
	TOURNAVISTA						
	YUYAPICHIS						
	YAROWILCA	CHAVINILLO	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		CAHUAC					
		CHACABAMBA					
		CHUPAN					
		JACAS CHICO					
		OBAS					
PAMPAMARCA							
CHORAS							

PACHITEA	PANAO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CHAGLLA		
	MOLINO		
	UMARI		
AMBO	AMBO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CAYNA		
	COLPAS		
	CONCHAMARCA		
	HUÁCAR		
	SAN FRANCISCO		
	SAN RAFAEL		
	TOMAY KICHWA		

DANIEL A. CARRION	SIMÓN BOLIVAR	3	TODOS LOS DISTRITOS
	TINYAHUARCO		
	VICCO		
	YANAHUANCA		
	CHACAYAN		
	GOYLLARISQUIZGA		
	PAUCAR		
	SAN PEDRO DE PILLAO		
	SANTA ANA DE TUSI		
	TAPUC		
VILCABAMBA			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO		
HUÁNUCO	HUAMALIES	ARANCAY	2	OCHO DISTRITOS		
		CHAVIN DE PARIARCA				
		JACAS GRANDE				
		JIRCAN				
		MONZÓN				
		PUNCHAO				
		SINGA				
		TANTAMAYO				
		LLATA				
		MIRAFLORES				
	PUÑOS					
	DOS DE MAYO	CHUQUIS	2	TRES DISTRITOS		
		MARIAS				
		QUIVILLA				
		LA UNIÓN				
		PACHAS				
		RIPÁN				
	LAURICOCHA	SHUNQUI	3	SEIS DISTRITOS		
		SILLAPATA				
		YANAS				
		BAÑOS			3	TODOS LOS DISTRITOS
		JESÚS				
		JIVIA				
		QUEROPALCA				
RONDOS						
SAN FRANCISCO DE ASÍS						
SAN MIGUEL DE CAURI						

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
JUNIN	CHANCHAMAYO	CHANCHAMAYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		PERENÉ		
		PICHANAQUI		
		SAN LUIS DE SHUARO		
		SAN RAMON		
		VITOC		
		SATIOPO		
	LLAYLLA			
	MAZAMARI			
	PAMPA HERMOSA			
	PANGOA			
	TARMA	RÍO NEGRO	2	SEIS DISTRITOS
		RÍO TAMBO		
		SATIOPO		
		ACOBAMBA		
		HUASAHUASI		
		PALCA		
		PALCAMAYO		
		SAN PEDRO DE CAJAS		
	TAPO			
TARMA	HUARICOLCA	3	TRES DISTRITOS	
	LA UNIÓN			
	TARMA			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
PASCO	OXAPAMPA	OXAPAMPA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHONTABAMBA		
		HUANCABAMBA		
		PALCAZU		
		POZUZO		
		PUERTO BERMÚDEZ		
		VILLA RICA		
		HUACHÓN		
	HUARIACA			
	NINACACA			
	PALLANCHACRA			
	PAUCARTAMBO			
	SAN FRANCISCO DE ASÍS DE YARUSYACÁN			
	TICLACAYÁN			
	YANACANCHA			
	PASCO	CHAUPIMARCA (c. de Pasco)	3	CINCO DISTRITOS
		HUAYLLAY		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
JUNIN	CONCEPCIÓN	ANDAMARCA	2	CUATRO DISTRITOS
		COCHAS		
		COMAS		
		MARISCAL CASTILLA		
		ACO		
		CHAMBARA		
		CONCEPCIÓN		
		HEROÍNAS DE TOLEDO		
		MANZANARES		
		MATAHUASI		
		MITO		
		NUEVE DE JULIO		
		ORCOTUNA		
	CHUPACA	SAN JOSÉ DE QUERO	3	ONCE DISTRITOS
		SANTA ROSA DE OCOPA		
		AHUAC		
		CHONGOS BAJO		
		CHUPACA		
		HUACHAC		
		HUAMANCACA		
		CHICO		

JUNÍN	HUANCAYO	SAN JUAN DE JARPA	2	DOS DISTRITOS
		SAN JUAN DE YSCOS		
		TRES DE DICIEMBRE		
		YANACANCHA		
		PARIAHUANCA		
	HUANCAYO	SANTO DOMINGO DE ACOBAMBA	3	VEINTISEIS DISTRITOS
		CARHUACALLANGA		
		CHACAPAMPA		
		CHICCHE		
		CHILCA		
		CHONGOS ALTO		
		CHUPURO		
		COLCA		
		CULLHUAS		
		EL TAMBO		
		HUACRAPUQUIO		
		HUALHUAS		
		HUANCAN		
		HUANCAYO		
		HUASICANCHA		
		HUAYUCACHI		
		INGENIO		
		PILCOMAYO		
		PUCARA		
		QUICHUAY		
		QUILCAS		
		SAN AGUSTÍN		
		SAN JERÓNIMO DE TUNÁN		
		SAÑO		
		SAPALLANGA		
	SICAYA			
	VIQUES			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO	
JUNÍN	JAUJA	APATA	2	CUATRO DISTRITOS	
		MOLINOS			
		MONOBAMBA			
		RICRAN			
		ACOLLA			
		JAUJA	ATAURA	3	TREINTA DISTRITOS
			CANCHAYLLO		
			CURICACA		
			EL MANTARO		
			HUAMALI		
			HUARIPAMPA		
			HUERTAS		
			JANJAILLO		
			JAUJA		
			JULCAN		
			LEONOR ORDÓÑEZ		
			LLOCLLAPAMPA		
			MARCO		
			MASMA		
			MASMA CHICCHE		
			MUQUI		
			MUQUIYAYUYO		
		PACA			
		PACCHA			
		PANCÁN			
	PARCO				
	POMACANCHA				
	SAN LORENZO				

JUNÍN	HUANCAYO	SAN PEDRO DE CHUNAN	2	DOS DISTRITOS
		SAUSA		
		SINCOS		
		TUNANMARCA		
		YAUJI		
	JUNÍN	CARHUAMAYO	3	DOS DISTRITOS
		ULCUMAYO		
		JUNIN		
		ONDORES		
		ONDORES		
YAULI	YAULI	CHACAPALPA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		HUAY-HUAY		
		LA OROYA		
		MARCAPOMACOCHA		
		MOROCOCHA		
		PACCHA		
		SANTA BÁRBARA DE CARHUACAYÁN		
		SANTA ROSA DE SACCO		
		SUITUCANCHA		
		YAULI		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
CUSCO	CALCA	CALCA	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		COYA					
		LAMAY					
		LARES					
		PISAC					
		SAN SALVADOR					
		TARAY					
		YANATILE					
		URUBAMBA			CHINCHERO	2	TODOS LOS DISTRITOS
					HUAYLLABAMBA		
	MACHU PICCHU						
	MARAS						
	OLLANTAYTAMBO						
	URUBAMBA						
	PAUCARTAMBO	YUCAY	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		CAICAY					
		CHALLABAMBA					
		COLQUEPATA					
		HUANCARANI					
	ANTA	KOSÑIPATA	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		PAUCARTAMBO					
		ANCAHUASI					
		ANTA					
		CACHIMAYO					
		CHINCHAYPUJIO					
		HUAROCONDO					
		LIMATAMBO					
		MOLLEPATA					
		PUCYURA					
	ZURITE						
	QUISPICANCHIS	ANDAHUAYLILLAS	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		CAMANTI					
CCARHUAYO							
CCATCA							
CUSIPATA							
HUARO							
LUCRE							
MARCAPATA							
OCONGATE							
OROPESA							
QUIQUIJANA							
URCOS							

PARURO	ACCHA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CCAPI		
	COLCHA		
	HUANOQUITE		
	OMACHA		
	PACCARITAMBO		
	PILLPINTO		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
CUSCO	CANCHIS	ALTO PICHIGUA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COMBAPATA		
		MARANGANI		
		PITUMARCA		
		SAN PABLO		
		SAN PEDRO		
		SUYCKUTAMBO		
		TINTA		
	CANAS	CHECCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		KUNTURKANKI		
		LANGUI		
		LAYO		
		PAMPAMARCA		
		QUEHUE		
		TÚPAC AMARU		
	YANAOCA			
	ACOMAYO	ACOMAYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		ACOPIA		
		ACOS		
		MOSOC LLACTA		
		POMACANCHI		
		RONDOCAN		
		SANGARARÁ		
	CUSCO	CCORCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CUSCO		
		POROY		
		SAN JERÓNIMO		
SAN SEBASTIÁN				
SANTIAGO				
SAYLLA				
WANCHAQ				
LA CONVENCION	ECHERATE	2	TODOS LOS DISTRITOS	
	HUAYOPATA			
	MARANURA			
	OCOBAMBA			
	PICHARI			
	QUELLOUNO			
	QUIMBIRI			
	SANTA ANA			
	SANTA TERESA			
VILCABAMBA				
CHUMBIVILCAS	CAPACMARCA	2	CUATRO DISTRITOS	
	CHAMACA			
	COLOQUEMARCA			
	LIVITACA	3	CUATRO DISTRITOS	
	LLUSCO			
	QUIÑOTA			
ESPINAR	SANTO TOMÁS	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	VELILLE			
	CONDOROMA			
	COPORAQUE			
	ESPINAR			
	OCORURO			
	PALLPATA			
PICHIGUA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO			
HUANCAVELICA	CHURCAMP	ANCO	2	TODOS LOS DISTRITOS			
		CHINCHUASI					
		CHURCAMP					
		COSME					
		EL CARMEN					
		LA MERCED					
		LOCROJA					
		PACHAMARCA					
		PAUCARBAMBA					
		SAN MIGUEL DE MAYOC					
		SAN PEDRO DE CORIS					
		ACOBAMBA			ACOBAMBA	2	TODOS LOS DISTRITOS
					ANDABAMBA		
	ANTA						
	CAJA						
	MARCAS						
	PAUCARÁ						
	POMACOCCHA						
	ROSARIO						
	TAYACAJA	COLCABAMBA	2	DIEZ DISTRITOS			
		DANIEL HERNANDEZ					
		HUACHOCOLPA					
		HUARIBAMBA					
		QUISHUAR					
		SALCABAMBA					
		SAN MARCOS DE ROCCHAC					
		SARCAHUASI					
		SURCUBAMBA					
		TINTAY PUNCU					
		ANGARAES			ACOSTAMBO	3	SIETE DISTRITOS
					ACRAQUIA		
	AHUAYCHA						
	HUANDO						
	ÑAHUIMPUQUIO						
	PAMPAS						
	PAZOS						
	CHINCHO		2	UN DISTRITO			
	ANGARAES	ANCHONGA	3	ONCE DISTRITOS			
		CALLANMARCA					
		CCOCHACCASA					
		CONGALLA					
		HUANCA HUANCA					
HUAYLLAY GRANDE							
JULCAMARCA							
LIRCAY							
SAN ANTONIO DE ANTAPARCO							
SECCLLA							
STO TOMÁS DE PATA							

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
HUANCAVELICA		ACOBAMBILLA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ACORIA		
		ASCENSIÓN		
		CONAYCA		
		CUENCA		
		HUACHOCOLPA		
		HUANCAVELICA		
		HUAYLLAHUARA		
IZCUCHACA				

HUANCAVELICA	LARIA	3	ONCE DISTRITOS			PACAYCASA	3	CINCO DISTRITOS								
						QUINUA										
						SAN JOSÉ DE TICLLAS										
						SANTIAGO DE PISCHA										
						TAMBILLO										
						CARMEN ALTO										
						CHIARA										
						SAN JUAN BAUTISTA										
						SOCOS										
	VINCOS															
	CASTROVIRREYNA	ARMA	3	ONCE DISTRITOS			CONCEPCIÓN	2	UN DISTRITO							
		AURAHUA														
		CASTROVIRREYNA														
		CHUPAMARCA														
		COCAS														
		HUACHOS														
		HUAMATAMBO														
		MOLLEPAMPA														
		SANTA ANA														
		TANTARÁ														
	TICRAPO															
	HUAYTARÁ	CAPILLAS	4	DOS DISTRITOS			CARAPO	3	TODOS LOS DISTRITOS							
		SAN JUAN														
		SAN ANTONIO DE CUSCANCHA														
	HUAYTARÁ	PILPICHACA	3	TRES DISTRITOS			SANTIAGO DE LUCANAMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS							
		QUERCO														
		AYAVÍ														
CÓRDOVA		4	TRECE DISTRITOS			CANGALLO	3	TODOS LOS DISTRITOS								
HUAYACUNDO																
ARMA																
HUAYTARÁ																
LARAMARCA																
OCOYO																
QUITO ARMA																
SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO																
SAN ISIDRO																
SANTIAGO DE CHOCORVOS																
SANTIAGO DE QUIRAHUARA																
SANTO DOMINGO DE CAPILLAS																
TAMBO																
HUANCASHUAMÁN	3	SIETE DISTRITOS				COMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS								
						CARHUANCA										
						HUAMBALPA										
						INDEPENDENCIA										
						SAURAMA										
						VILCASHUAMÁN										
						VISCHONGO										
						HUANCASANCOS			3	TODOS LOS DISTRITOS				SACSAMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS
														SANCOS		
														SANTIAGO DE LUCANAMARCA		
CANGALLO	3	TODOS LOS DISTRITOS				CHUSCHI	3	TODOS LOS DISTRITOS								
						LOS MOROCHUCOS										
						MARÍA PARADO DE BELLIDO										
						PARAS										
						TOTOS										

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
AYACUCHO	HUANTA	AYAHUANCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		HIGUAIN		
		HUAMANGUILLA		
		HUANTA		
		LLOCHEGUA		
		LURICOCHA		
		SANTILLANA		
	SIVIA			
	LA MAR	ANCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		AYNA		
		CHILCAS		
		CHUNGUI		
		LUIS CARRANZA		
		SAN MIGUEL		
	HUAMANGA	SANTA ROSA	2	DIEZ DISTRITOS
		TAMBO		
		ACOCRO		
		ACOSVINCHOS		
AYACUCHO				
JESÚS NAZARENO				
OCROS				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
AYACUCHO	PÁUCAR DEL SARA SARA	COLTA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CORCULLA		
		LAMPA		
		MARCABAMBA		
		OYOLO		
		PARARCA		
		PAUSA		
		SAN JAVIER DE ALPABAMBA		
		SAN JOSÉ DE USHUA		
		SARA SARA		
	SUCRE	BELÉN	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CHALCOS		
		CHILCAYOC		
		HUACAÑA		
		MORCOLLA		
		PAICO		
		QUEROBAMBA		
		SAN PEDRO DE LARCAY		
		SAN SALVADOR DE QUIJE		
		SANTIAGO DE PAUCARAY		
	VÍCTOR FAJARDO	SORAS	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ALCAMENCA		
		APONGO		
		ASQUIPATA		
		CANARIA		
		CAYARA		
		COLCA		
HUAMANQUIQUIA				

PARINACOCNAS	HUANCAPÍ	3	SEIS DISTRITOS		
	HUANCARAYLLA				
	HUAYA				
	SARHUA				
	VILCANCHOS				
	CHUMPI				
	CORACORA				
	CORONEL CASTAÑEDA				
	PACAPAUZA				
	SAN FRANCISCO DE RAVACAYCU				
	UPAHUACHO				
	PULLO				
	PUYUSCA			4	DOS DISTRITOS

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO		
AYACUCHO	LUCANAS	AUCARA	3	DIEZ DISTRITOS		
		CABANA				
		CARMEN SALCEDO				
		CHAVIÑA				
		CHIPAO				
		LUCANAS				
		PUQUIO				
		SAN JUAN				
		SAN PEDRO DE PALCO				
		SANTA ANA DE HUAYCAHUACHO				
		HUAC HUAS				
		LARAMATE			4	ONCE DISTRITOS
		LEONCIO PRADO				
		LLAUTA				
		OCAÑA				
		OTOCA				
		SAISA				
		SAN CRISTOBAL				
		SAN PEDRO				
		SANCOS				
		SANTA LUCÍA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
APURÍMAC	COTABAMBAS	CALLHUAHUACHO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COTABAMBAS		
		COYLLURQUI		
		HAQUIRA		
		MARA		
		TAMBOBAMBA		
		CHUQUIBAMBILLA		
	CURASCO			
	CURPAHUASI			
	GAMARRA			
	HUAYLLATI			
	MAMARA			
	MICAELA BASTIDAS			
	PATAYPAMPA			
	PROGRESO			
	SAN ANTONIO			
	SANTA ROSA			
	TURPAY			
	VILCABAMBA			
	VIRUNDO			
	ABANCAY	ABANCAY	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHACOCHÉ		
		CIRCA		
		CURAHUASI		

HUANIPACA
LAMBRAMA
PICHIRHUA
SAN PEDRO DE CACHORA
TAMBURCO

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
APURÍMAC	CHINCHEROS	ANCO-HUALLO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHINCHEROS		
		COCHARCAS		
		HUACCANA		
		OCOBAMBA		
		ONGOY		
		RANRACANCHA		
		URANMARCA		
		ANDAHUAYLAS		
	ANDARAPA			
	HUANCARAMA			
	HUANCARAY			
	KAQUIABAMBA			
	KISHUARA			
	PACOBAMBA			
	PACUCHA			
	SAN ANTONIO DE CACHI			
	SAN JERONIMO			
SANTA MARIA DE CHICMO				
TALAVERA	3	SEIS DISTRITOS		
TURPO				
CHIARA				
HUAYANA				
PAMPACHIRI				
POMACOCCHA				
SAN MIGUEL DE CHACCRAMPA				
TUMAY HUARACA				
AYMARAES	CHAPIMARCA	2	CINCO DISTRITOS	
	COLCABAMBA			
	LUCRE			
	SAN JUAN DE CHACÑA			
	TINTAY			
	CAPAYA	3	DOCE DISTRITOS	
	CARAYBAMBA			
	CHALHUANCA			
	COTARUSE			
	HUAYLLO			
	JUSTO APU SAHUARAURA			
	POCOHUANCA			
	SAÑAYCA			
	SORAYA			
	TAPAIRIHUA			
TORAYA				
YANACA				
ANTABAMBA	ANTABAMBA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	EL ORO			
	HIAQUIRCA			
	JUAN ESPINOZA MEDRANO			
	OROPESA			
	PACHACONAS			
SABAINO				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
TUMBES	CONTRALMIRANTE VILLAR	CASITAS	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ZORRITOS		
	TUMBES	CORRALES	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LA CRUZ		
		PAMPAS DE HOSPITAL		
		SAN JACINTO		
		SAN JUAN DE LA VIRGEN		
		TUMBES		
	ZARUMILLA	AGUAS VERDES	4	TODOS LOS DISTRITOS
		MATAPALO		
		PAPAYAL		
		ZARUMILLA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO	
PIURA	HUANCABAMBA	CANCHAQUE	3	TODOS LOS DISTRITOS	
		EL CARMEN DE LA FRONTERA			
		HUANCABAMBA			
		HUARMACA			
		LALAQUIZ			
		SAN MIGUEL DE EL FAIQUE			
		SONDOR			
		SONDORILLO			
	AYABACA	AYABACA	3	SEIS DISTRITOS	
		JILILI			
		LAGUNAS			
		MONTERO			
		PACAIPAMPA			
		SICCHEZ			
		FRIAS			
		SUYO			
	MORROPÓN	PAIMAS	4	CUATRO DISTRITOS	
		SAPILICA			
		SANTO DOMINGO			
		TAMBO GRANDE			
	PIURA	BUENOS AIRES	3	SEIS DISTRITOS	
		CHALACO			
		SALITRAL			
		SAN JUAN DE BIGOTE			
		SANTA CATALINA DE MOSSA			
		YAMANGO			
		CHULUCANAS	4	CUATRO DISTRITOS	
		LA MATANZA			
		MORROPÓN			
		SANTO DOMINGO			
		PIURA	CASTILLA	4	TODOS LOS DISTRITOS
			CATACAOS		
			CURA MORI		
			EL TALLÁN		
			LA ARENA		
			LA UNIÓN		
LAS LOMAS					
PIURA					
TAMBO GRANDE					

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
	PAITA	AMOTAPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ARENAL		
		COLÁN		
		LA HUACA		
		PAITA		
		TAMARINDO		

PIURA	SECHURA	VICHAYAL	4	TODOS LOS DISTRITOS
		BELLAVISTA LA UNION		
		BERNAL		
		CRISTO NOS VALGA		
		RINCONADA LLICUAR		
		SECHURA		
	SULLANA	BELLAVISTA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		IGNACIO ESCUDERO		
		LANCONES		
		MARCAVELICA		
		MIGUEL CHECA		
		QUERECOTILLO		
	TALARA	EL ALTO	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LA BREA		
		LOBITOS		
		LOS ÓRGANOS		
		MÁNCORA		
		PARIÑAS		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
LAMBAYEQUE	FERREÑAFE	CAÑARIS	3	DOS DISTRITOS
		INCAHUASI		
		FERREÑAFE	4	CUATRO DISTRITOS
		MANUEL A. MESONES MURO		
		PITTIPO		
		PUEBLO NUEVO		
	LAMBAYEQUE	SALAS	3	UN DISTRITO
		CHOCHOPE		
		ILLIMO	4	SIETE DISTRITOS
		JAYANCA		
		LAMBAYEQUE		
		MOCHUMI		
		MÓRROPE		
		MOTUPE		
		OLMOS		
		PACORA		
	SAN JOSÉ			
	TÚCUME			
	CHICLAYO	CAYALTÍ	4	TODOS LOS DISTRITOS
		CHICLAYO		
		CHONGOYAPE		
		ETEN		
		ETEN PUERTO		
		JOSÉ LEONARDO ORTIZ		
		LA VICTORIA		
		LAGUNAS		
MONSEFÚ				
NUEVAARICA				
OYOTUN				
PATAPO				
PICSI				
PIMENTEL				
POMALCA				
PUCALÁ				
REQUE				
SANTA ROSA				
SAÑA				
TUMÁN				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO	
CAJAMARCA	HUALGAYOC	BAMBAMARCA	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		CHUGUR			
		HUALGAYOC			
	SAN IGNACIO	CHIRINOS	2	CINCO DISTRITOS	
		HUARANGO			
		LA COIPA			
		NAMBALLE			
		SAN IGNACIO	2	DOS DISTRITOS	
		SAN JOSE DE LOURDES			
		TABACONAS			
	CELENDÍN	CELENDÍN	2	TODOS LOS DISTRITOS	
		CHUMUCH			
		CORTEGANA			
		HUASMIN			
		JORGE CHÁVEZ			
		JOSÉ GÁLVEZ			
		LA LIBERTAD DE PALLAN			
		MIGUEL IGLESIAS			
		OXAMARCA			
		SOROCHUCO			
		SUCRE			
		UTCO			
	CUTERVO	CALLAYUC	2	CATORCE DISTRITOS	
		CHOROS			
		CUJILLO			
		CUTERVO			
		LA RAMADA			
		PIMPINGOS			
		SAN ANDRÉS DE CUTERVO			
		SAN JUAN DE CUTERVO			
		SAN LUIS DE LUCMA			
		SANTA CRUZ			
		SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA			
SANTO TOMÁS					
SOCOTA					
TORBIO					
CASANOVA					
QUEROCOTILLO		3			UN DISTRITO
JAÉN		BELLAVISTA			2
	CHONTALI				
	COLASAY				
	HUABAL				
	JAÉN				
	LAS PIRIAS				
	SAN JOSÉ DEL ALTO	3	CUATRO DISTRITOS		
	SANTA ROSA				
	POMAHUACA				
	PUCARÁ				
	SALLIQUE				
SAN FELIPE					

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
	SAN MARCOS	GREGORIO PITA	2	CUATRO DISTRITOS
		ICHOCÁN		
		JOSÉ MANUEL QUIROZ		
		JOSÉ SABOGAL		

CAJAMARCA	CHOTA	CHANCA Y	3	TRES DISTRITOS
		EDUARDO VILLANUEVA		
		PEDRO GÁLVEZ		
	CHOTA	ANGUIA	2	DOCE DISTRITOS
		CHADIN		
		CHALAMARCA		
		CHIGUIRIP		
		CHIMBAN		
		CHOROPAMPA		
		CHOTA		
		CONCHAN		
		LAJAS		
		PACCHA		
		PIÓN		
		TACABAMBA		
	COCHABAMBA	3	SIETE DISTRITOS	
	HUAMBOS			
	LLAMA			
	MIRACOSTA			
	QUEROCOTO			
	SAN JUAN DE LICUPIS			
	TOCMOCHE			
	CAJABAMBA	SITACOCHA	2	UN DISTRITO
		CACHACHI	3	TRES DISTRITOS
		CONDEBAMBA		
	CAJAMARCA	ENCAÑADA	2	UN DISTRITO
		ASUNCIÓN	3	ONCE DISTRITOS
		CAJAMARCA		
		CHETILLA		
		COSPÁN		
		JESÚS		
		LLACANORA		
		LOS BAÑOS DEL INCA		
MAGDALENA				
MATARA				
NAMORA				
SAN JUAN				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
CAJAMARCA	CONTUMAZÁ	CHILETE	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CONTUMAZÁ		
		CUPISNIQUE		
		GUZMANGO		
		SAN BENITO		
		SANTA CRUZ DE TOLEDO		
		TANTARICA		
	YONÁN			
	SAN MIGUEL	BOLÍVAR	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CALQUIS		
		CATILLUC		
		EL PRADO		
		LA FLORIDA		
		LLAPA		
		NANCHOC		
		NIEPOS		
		SAN GREGORIO		
		SAN MIGUEL		
		SAN SILVESTRE DE COCHAN		
		TONGOD		
		UNIÓN AGUA BLANCA		

SAN PABLO	SAN BERNARDINO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	SAN LUIS		
	SAN PABLO		
	TUMBADEN		
SANTA CRUZ	ANDABAMBA	2	TODOS LOS DISTRITOS
	CATACHE		
	CHANCAYBAÑOS		
	LA ESPERANZA		
	NINABAMBA		
	PULÁN		
	SANTA CRUZ		
	SAUCEPAMPA		
	SEXI		
	UTICYACU		
	YAYUCAN		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
LA LIBERTAD	BOLÍVAR	BAMBAMARCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		BOLÍVAR		
		CONDORMARCA		
		LONGOTEA		
		UCHUMARCA		
		UCUNCHA		
	PATAZ	BULDIBUYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHILLIA		
		HUANCASPATA		
		HUAYLILLAS		
		HUAYO		
		ONGÓN		
		PARCOY		
		PATAZ		
		PIAS		
		SANTIAGO DE CHALLAS		
		TAURJA		
		TAYABAMBA		
	URPAY			
	SANCHEZ CARRIÓN	COCHORCO	2	DOS DISTRITOS
		SARTIMBAMBA	3	SEIS DISTRITOS
		CHUGAY		
		CURGOS		
		HUAMACHUCO		
		MARCABAL		
		SANAGORAN		
	SARÍN			
	SANTIAGO DE CHUCO	ANGASMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CACHICADÁN		
		MOLLEBAMBA		
		MOLLEPATA		
		QUIRUVILCA		
		SANTA CRUZ DE CHUCA		
SANTIAGO DE CHUCO				
SITABAMBA				
GRAN CHIMÚ	CASCAS	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	LUCMA			
	MARMOT			
	SAYAPULLO			
JULCÁN	CALAMARCA	3	TODOS LOS DISTRITOS	
	CARABAMBA			
	HUASO			
	JULCÁN			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
LA LIBERTAD	OTUZCO	AGALLPAMPA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CHARAT		
		HUARANCHAL		
		LA CUESTA		
		MACHE		
		OTUZCO		
		PARANDAY		
		SALPO		
		SINSICAP		
		USQUIL		
		CHEPÉN		
	PACANGA			
	PUEBLO NUEVO			
	ASCOPE	ASCOPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		CASA GRANDE		
		CHICAMA		
		CHOCOPE		
		MAGDALENA DE CAO		
		PAIJÁN		
		RÁZURI		
	SANTIAGO DE CAO			
	PACASMAYO	GUADALUPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		JEQUETEPEQUE		
		PACASMAYO		
		SAN JOSÉ		
	TRUJILLO	SAN PEDRO DE LLOC	4	TODOS LOS DISTRITOS
		EL PORVENIR		
		FLORENCIA DE MORA		
		HUANCHACO		
		LA ESPERANZA		
		LAREDO		
		MOCHE		
		POROTO		
SALAVERRY				
SIMBAL				
TRUJILLO				
VÍCTOR LARCO HERRERA				
VIRÚ	CHAO	4	TODOS LOS DISTRITOS	
	GUADALUPITO			
	VIRÚ			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
ÁNCASH	ANTONIO RAYMONDI	CHACCHO	2	TRES DISTRITOS
		CHINGA		
		LLAMELLIN		
		ACZO	3	TRES DISTRITOS
		MIRGAS		
		SAN JUAN DE RONTROY		
	HUARI	ANRA	2	SEIS DISTRITOS
		HUACACHI		
		HUACCHIS		
		PAUCAS		
		RAPAYÁN	3	DIEZ DISTRITOS
		UCO		
		CAJAY		
	CHAVÍN DE HUANTAR	3	DIEZ DISTRITOS	
	HUACHIS			
HUANTAR				

		HUARI		
		MASIN		
		PONTO		
		RAHUAPAMPA		
		SAN MARCOS		
		SAN PEDRO DE CHANA		
	ASUNCIÓN	ACOCHACA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CHACAS		
	CARHUAZ	ACOPAMPA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		AMASHCA		
		ANTA		
		ATAQUERO		
		CARHUAZ		
		MARCARÁ		
		PARIAHUANCA		
		SAN MIGUEL DE ACO		
		SHILLA		
		TINCO		
		YUNGAR		
	CARLOS F. FITZCARRALD	SAN LUIS	3	TODOS LOS DISTRITOS
		SAN NICOLÁS		
		YAUYA		
	CORONGO	ACO	3	TODOS LOS DISTRITOS
		BAMBAS		
		CORONGO		
		CUSCA		
		LA PAMPA		
		YANAC		
		YUPÁN		
	MARISCAL LUZURIAGA	CASCA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ELEAZAR GUZMÁN BARRÓN		
		FIDEL OLIVAS ESCUDERO		
		LLAMA		
		LLUMPA		
		LUCMA		
		MUSGA		
		PISCOBAMBA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
ÁNCASH	PALLASCA	BOLOGNESI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CABANA		
		CONCHUCOS		
		HUACASCHUQUE		
		HUANDOVAL		
		LACABAMBA		
		LLAPO		
		PALLASCA		
		PAMPAS		
		SANTA ROSA		
	TAUCA			
	POMABAMBA	HUAYLLÁN	3	TODOS LOS DISTRITOS
		PAROBAMBA		
		POMABAMBA		
		QUINUABAMBA		
	SIHUAS	ACOBAMBA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ALFONSO UGARTE		
		CASHAPAMPA		
		CHINGALPO		
		HUAYLLABAMBA		
		QUICHES		
		RAGASH		
		SAN JUAN		
	SICSIBAMBA			

ÁNCASH	HUAYLAS	SIHUAS	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CARAZ		
		HUALLANCA		
		HUATA		
		HUAYLAS		
		MATO		
		PAMPAROMAS		
		PUEBLO LIBRE		
		SANTA CRUZ		
		SANTO TORIBIO		
	YURACMARCA			
	YUNGAY	CASCAPARA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		MANCOS		
		MATACOTO		
		QUILLO		
		RANRAHIRCA		
		SHUPLUY		
		YANAMA		
		YUNGAY		
	HUARAZ	COCHABAMBA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		COLCABAMBA		
		HUANCHAY		
		HUARAZ		
		INDEPENDENCIA		
		JANGAS		
		LA LIBERTAD		
		OLLEROS		
PAMPAS				
PARIACOTO				
PIRA				
TARICA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
ÁNCASH	BOLOGNESI	ABELARDO PARDO	3	TODOS LOS DISTRITOS
		LEZAMETA		
		ANTONIO RAYMONDI		
		AQUIA		
		CAJACAY		
		CANIS		
		CHIQUIAN		
		COLQUIOC		
		HUALLANCA		
		HUASTA		
		HUAYLLACAYAN		
		LA PRIMAVERA		
		MANGAS		
		PACLLON		
	SAN MIGUEL DE CORPANQUI			
	TICLLOS			
	RECUAY	CATAC	3	TODOS LOS DISTRITOS
		COTAPARACO		
		HUAYLLAPAMPA		
		LLACLLIN		
		MARCA		
		PAMPAS CHICO		
		PARARIN		
	RECUAY			
	AJJA	TAPACCOCHA	3	DOS DISTRITOS
		TICAPAMPA		
		AJJA		
		CORIS		
	AJJA	LA MERCED	4	TRES DISTRITOS
		HUACLLÁN		
		SUCCHA		
	OCROS	ACAS	3	CINCO DISTRITOS

ÁNCASH		CAJAMARQUILLA	4	CINCO DISTRITOS
		CARHUAPAMPA		
		CONGAS		
		LLIPA		
		OCROS		
		S. CRISTÓBAL DE RAJÁN		
		SANTIAGO DE CHILCAS		
		COCHAS		
		SAN PEDRO		
		COCHAPETI		
	HUAYAN			
	MALVAS			
	CULEBRAS	4	DOS DISTRITOS	
	HUARMEY			
	SANTA	CÁCERES DEL PERÚ	3	TRES DISTRITOS
		MACATE		
		MORO		
		CHIMBOTE	4	SEIS DISTRITOS
		COISHCO		
		NEPEÑA		
NUEVO CHIMBOTE				
SAMANCO				
SANTA				
CASMA	BUENA VISTA ALTA	4	TODOS LOS DISTRITOS	
	CASMA			
	COMANDANTE NOEL			
	YAUTÁN			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LIMA	CAJATAMBO	CAJATAMBO	3	CUATRO DISTRITOS
		COPA		
		GORGOR		
		HUACAPÓN		
		MANÁS		
	OYÓN	ANDAJES	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CAUJUL		
		COCHAMARCA		
		NAVÁN		
		OYÓN		
	PACHANGARA			
	YAUYOS	ALIS	3	VEINTINUEVE DISTRITOS
		AYAUCA		
		AYAVIRÍ		
		AZÁNGARO		
		CACRA		
		CARANIA		
		CATAHUASI		
		CHOCOS		
		COCHAS		
		COLONIA		
		HONGOS		
		HUAMPARA		
		HUANCAYA		
		HUANGÁSCAR		
		HUANTÁN		
		HUAÑEC		
		LARAOS		
LINCHA				
MADEAN				
MIRAFLORES				
QUINCHES				
SAN JOAQUÍN				

		SAN LORENZO DE PUTINZA	4	TRES DISTRITOS
		SAN PEDRO DE PILAS TANTA		
		TOMAS		
		TUPE		
		VIÑAC		
		VITIS		
		YAUYOS		
		OMAS		
		QUINOCAY		
		TAURIPAMPA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
LIMA	HUAROCHIRÍ	CALLAHUANCA	3	VEINTICINCO DISTRITOS			
		CARAMPOMA					
		CHICLA					
		HUACHUPAMPA					
		HUANZA					
		HUAROCHIRÍ					
		LAHUAYTAMBO					
		LANGA					
		LARAOS					
		MATUCANA					
		SAN ANDRÉS DE TUPICOCHA					
		SAN BARTOLOMÉ					
		SAN DAMIÁN					
		S. JERÓNIMO DE SURCO					
		SAN JUAN DE IRIS					
		SAN JUAN DE TANTARANCHE					
		SAN LORENZO DE QUINTI					
		SAN MATEO					
		SAN MATEO DE OTAO					
		SAN PEDRO DE CASTA					
		SAN PEDRO DE HUANCAYRE					
		SANGALLAYA					
		SANTA CRUZ DE COCACHACRA					
		SANTIAGO DE ANCHUCAYA					
		SANTIAGO DE TUNA					
		ANTIOQUÍA			4	SIETE DISTRITOS	
		CUENCA					
		MARIATANA					
		RICARDO PALMA					
		SAN ANTONIO DE CHACLLA					
		SANTA EULALIA					
		SANTO DOMINGO DE OLLEROS					
		CANTA			CANTA	3	CUATRO DISTRITOS
					HUAROS		
					LACHAQUI		
	SAN BUENAVENTURA						
	ARAHUAY						
	HUARAL	HUAMANTANGA	4	TRES DISTRITOS			
		SANTA ROSA DE QUIVES					
		ATAVILLOS ALTO	3	NUEVE DISTRITOS			
		ATAVILLOS BAJO					

		IHUARI		
		LAMPIAN		
		PACARAOS		
		SAN MIGUEL DE ACOS		
		SANTA CRUZ DE ANDAMARCA		
		SUMBILCA		
		VEINTISIETE DE NOVIEMBRE		
		AUCALLAMA	4	TRES DISTRITOS
		CHANCAY		
		HUARAL		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LIMA	HUAURA	CHECRAS	3	CUATRO DISTRITOS
		LEONCIO PRADO		
		PACCHO		
		SANTA LEONOR		
		ÁMBAR	4	OCHO DISTRITOS
		CALETA DE CARQUIN		
		HUACHO		
		HUALMAY		
		HUAURA		
		SANTA MARÍA		
	SAYÁN			
	VEGUETA			
	CAÑETE	ZUÑIGA	3	UN DISTRITO
		ASIA	4	QUINCE DISTRITOS
		CALANGO		
		CERRO AZUL		
		CHILCA		
		COAYLLO		
		IMPERIAL		
		LUNAHUANÁ		
		MALA		
		NUEVO IMPERIAL		
		PACARÁN		
		QUILMANÁ		
		SAN ANTONIO		
		SAN LUIS		
		SAN VICENTE DE CAÑETE		
SANTA CRUZ DE FLORES				
BARRANCA		BARRANCA		
	PARAMONGA			
	PATIVILCA			
	SUPE			
	SUPE PUERTO			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LIMA	LIMA	ANCÓN	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ATE		
		BARRANCO		
		BREÑA		
		CARABAYLLO		
		CHACLACAYO		
		CHORRILLOS		
		CIENEGUILLA		
		COMAS		
		EL AGUSTINO		
		INDEPENDENCIA		
		JESUS MARÍA		
		LA MOLINA		
		LA VICTORIA		

LIMA	LIMA	LIMA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LINCE		
		LOS OLIVOS		
		LURIGANCHO-CHOSICA		
		LURIN		
		MAGDALENA DEL MAR		
		MIRAFLORES		
		PACHACAMAC		
		PUCUSANA		
		PUEBLO LIBRE		
		PUENTE PIEDRA		
		PUNTA HERMOSA		
		PUNTA NEGRA		
		RIMAC		
		SAN BARTOLO		
		SAN BORJA		
		SAN ISIDRO		
		SAN JUAN DE LURIGANCHO		
		SAN JUAN DE MIRAFLORES		
		SAN LUIS		
		SAN MARTIN DE PORRES		
		SAN MIGUEL		
		SANTA ANITA		
		SANTA MARÍA DEL MAR		
		SANTA ROSA		
		SANTIAGO DE SURCO		
		SURQUILLO		
VILLA EL SALVADOR				
VILLA MARIA DEL TRIUNFO				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
CALLAO	CALLAO	BELLAVISTA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		CALLAO		
		CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO		
		LA PERLA		
		LA PUNTA		
		VENTANILLA		

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
ICA	CHINCHA	SAN PEDRO DE HUACARPANA	3	UN DISTRITO
		ALTO LARÁN	4	DIEZ DISTRITOS
		CHAVIN		
		CHINCHA ALTA		
		CHINCHA BAJA		
		EL CARMEN		
		GROCIO PRADO		
		PUEBLO NUEVO		
		SAN JUAN DE YANAC		
		SUNAMPE		
	TAMBO DE MORA			
	PALPA	LLIPATA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		PALPA		
		RÍO GRANDE		
		SANTA CRUZ		
		TIBILLO		

ICA	ICA	ICA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LA TINGUIÑA		
		LOS AQUIJES		
		OCUCAJE		
		PACHACÚTEC		
		PARCONA		
		PUEBLO NUEVO		
		SALAS		
		SAN JOSÉ DE LOS MOLINOS		
		SAN JUAN BAUTISTA		
		SANTIAGO		
		SUBTANJALLA		
		TATE		
		YAUCA DEL ROSARIO		
	NAZCA	CHANGUILLO	4	TODOS LOS DISTRITOS
		EL INGENIO		
		MARCONA		
		NAZCA		
	PISCO	VISTA ALEGRE	4	TODOS LOS DISTRITOS
HUANCANO				
HUMAY				
INDEPENDENCIA				
PARACAS				
PISCO				
SAN ANDRÉS				
SAN CLEMENTE				
TÚPAC AMARU INCA				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
AREQUIPA	LA UNIÓN	ALCA	3	TODOS LOS DISTRITOS			
		CHARCANA					
		COTAHUASI					
		HUAYNACOTAS					
		PAMPAMARCA					
		PUYCA					
		QUECHUALLA					
		SAYLA					
		TAURIA					
		TOME PAMPA					
		TORO					
		CAYLLOMA			ACHOMA	3	DIECINUEVE DISTRITOS
					CABANA CONDE		
					CALLALLI		
	CAYLLOMA						
	CHIVAY						
	COPORAQUE						
	HUAMBO						
	HUANCA						
	ICHUPAMPA						
	LARI						
	LLUTA						
	MACA						
	MADRIGAL						
	SAN ANTONIO DE CHUCA						
	SIBAYO	4	UN DISTRITO				
	TAPAY						
TISCO							
TUTI							
YANQUE							
MAJES							

CASTILLA	3	ANDAGUA	ONCE DISTRITOS
		AYO	
		CHACHAS	
		CHILCAYMARCA	
		CHOCO	
		MACHAGUAY	
		ORCOPAMPA	
		PAMPACOLCA	
		TIPÁN	
		UÑÓN	
	VIRACO	4	TRES DISTRITOS
	APLAO		
	HUANCARQUI		
URACA			

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO			
AREQUIPA	AREQUIPA	ALTO SELVA ALEGRE	3	VEINTIUN DISTRITOS			
		AREQUIPA					
		CAYMA					
		CERRO COLORADO					
		CHARACATO					
		CHIGUATA					
		JACOBO HUNTER					
		JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO					
		MARIANO MELGAR					
		MIRAFLORES					
		MOLLEBAYA					
		PAUCARPATA					
		POCSI					
		QUEQUEÑA					
		SABANDIA					
		SACHACA					
		SAN JUAN DE TARUCANI					
		SOCABAYA					
		TIABAYA					
		YANA HUARA					
	YURA						
	CONDESUYOS	LA JOYA	4	OCHO DISTRITOS			
		POLOBAYA					
		SAN JUAN DE SIGUAS					
		SANTA ISABEL DE SIGUAS					
		SANTA RITA DE SIGUAS					
		UCHUMAYO					
		VÍTOR					
		YARABAMBA					
		ISLAY			CAYARANI	3	TRES DISTRITOS
					CHICHAS		
					SALAMANCA		
					ANDARAY		
ISLAY		CHUQUIBAMBA			4	CINCO DISTRITOS	
	IRAY						
	RÍO GRANDE						
	YANAQUIHUA						
	COCACHACRA	4	TODOS LOS DISTRITOS				
DEAN VALDIVIA							
ISLAY							
MEJÍA							
MOLLENDO							
PUNTA DE BOMBÓN							

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
AREQUIPA	CAMANÁ	CAMANÁ	4	TODOS LOS DISTRITOS
		JOSÉ MARÍA QUIMPER		
		MARIANO NICOLÁS VALCÁRCEL		
		MARISCAL CÁCERES		
		NICOLÁS DE PIÉROLA		
		OCOÑA		
		QUILCA		
		SAMUEL PASTOR		
		CARAVELÍ		
	ÁTICO			
	ATIQUIPA			
	BELLA UNIÓN			
	CAHUACHO			
	CARAVELÍ			
	CHALA			
	CHAPARRA			
	HUANUHUANU			
	JAQUI			
	LOMAS			
QUICACHA				
YAUCA				

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	CHOJATA	3	DIEZ DISTRITOS
		COALAQUE		
		ICHUÑA		
		LLOQUE		
		MATALAQUE		
		OMATE		
		PUQUINA		
		QUINISTAQUILLAS		
		UBINAS		
		YUNGA		
	LA CAPILLA	4	UN DISTRITO	
	MARISCAL NIETO	CARUMAS	3	CINCO DISTRITOS
		CUCHUMBAYA		
		SAMEGUA		
		SAN CRISTÓBAL DE CALACOA		
		TORATA		
	MOQUEGUA	4	UN DISTRITO	
	ILO	EL AGARROBAL	4	TODOS LOS DISTRITOS
		PACOCCHA		
ILO				

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	ÁMBITO
TACNA	TARATA	CHUCATAMANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ESTIQUE		
		ESTIQUE-PAMPA		
		SITAJARA		
		SUSAPAYA		
		TARATA		
		TARUCACHI		
	TICACO			
	CANDARAVE	CAIRANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CAMILACA		
		CANDARAVE		
		CURIBAYA		
		HUANUARA		
		QUILAHUANI		

JORGE BASADRE	ILABAYA	4	TODOS LOS DISTRITOS
	ITE		
	LOCUMBA		
TACNA	PALCA	3	UN DISTRITO
	ALTO DE LA ALIANZA	4	OCHO DISTRITOS
	CALANA		
	CIUDAD NUEVA		
	INCLÁN		
	PACHIA		
	POCOLLAY		
	SAMA		
TACNA			

ANEXO N° 02

PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

Las acciones sísmicas para el diseño estructural dependen de la zona sísmica (Z), del perfil de suelo (S, T_p , T_L), del uso de la edificación (U), del sistema sismorresistente (R) y las características dinámicas de la edificación (T, C) y de su peso (P).

ETAPA 1: PELIGRO SÍSMICO (Capítulo 2)

Los pasos de esta etapa dependen solamente del lugar y las características del terreno de fundación del proyecto. No dependen de las características del edificio.

Paso 1 Factor de Zona Z (Numeral 2.1)

Determinar la zona sísmica donde se encuentra el proyecto en base al mapa de zonificación sísmica (Figura N° 1) o a la Tabla de provincias y distritos del Anexo N° 1. Determinar el factor de zona (Z) de acuerdo a la Tabla N° 1.

Paso 2 Perfil de Suelo (Numeral 2.3)

De acuerdo a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se determina el tipo de perfil de suelo según el numeral 2.3.1 donde se definen 5 perfiles de suelo. La clasificación se debe hacer en base a los parámetros indicados en la Tabla N° 2 considerando promedios para los estratos de los primeros 30 m bajo el nivel de cimentación.

Cuando no se conozcan las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, el profesional responsable del EMS determinará el tipo de perfil de suelo sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

Paso 3 Parámetros de Sitio S, T_p y T_L (Numeral 2.4)

El factor de amplificación del suelo se obtiene de la Tabla N° 3 y depende de la zona sísmica y el tipo de perfil de suelo. Los períodos T_p y T_L se obtienen de la Tabla N° 4 y solo dependen del tipo de perfil de suelo.

Paso 4 Construir la función Factor de Amplificación Sísmica C versus Período T (Numeral 2.5)

Depende de los parámetros de sitio T_p y T_L . Se definen tres tramos, períodos cortos, intermedios y largos, y se aplica para cada tramo las expresiones de este numeral.

ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO (Capítulo 3)

Los pasos de esta etapa dependen de las características de la edificación, como son su categoría, sistema estructural y configuración regular o irregular.

Paso 5 Categoría de la Edificación y el Factor de Uso U (Numeral 3.1)

La categoría de la edificación y el factor de uso (U) se obtienen de la Tabla N° 5.

Paso 6 Sistema Estructural (Numeral 3.2 y 3.3)

Se determina el sistema estructural de acuerdo a las definiciones que aparecen en el numeral 3.2.

En la Tabla N° 6 (numeral 3.3) se definen los sistemas estructurales permitidos de acuerdo a la categoría de la edificación y a la zona sísmica en la que se encuentra.

Paso 7 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, R_0 (Numeral 3.4)

De la Tabla N° 7 se obtiene el valor del coeficiente R_0 , que depende únicamente del sistema estructural.

Paso 8 Factores de Irregularidad I_a , I_p (Numeral 3.6)

El factor I_a se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades existentes en altura. El factor I_p se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades existentes en planta.

En la mayoría de los casos se puede determinar si una estructura es regular o irregular a partir de su configuración estructural, pero en los casos de Irregularidad de Rigidez e Irregularidad Torsional se debe comprobar con los resultados del análisis sísmico según se indica en la descripción de dichas irregularidades.

Paso 9 Restricciones a la Irregularidad (Numeral 3.7)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla N° 10. Modificar la estructuración en caso que no se cumplan las restricciones de esta Tabla.

Paso 10 Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica R (Numeral 3.8)

Se determina $R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$.

ETAPA 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL (Capítulo 4)

En esta etapa se desarrolla el análisis estructural. Se sugieren criterios para la elaboración del modelo matemático de la estructura, se indica cómo se debe calcular el peso de la edificación y se definen los procedimientos de análisis.

Paso 11 Modelos de Análisis (Numeral 4.2)

Desarrollar el modelo matemático de la estructura. Para estructuras de concreto armado y albañilería considerar las propiedades de las secciones brutas ignorando la fisuración y el refuerzo.

Paso 12 Estimación del Peso P (Numeral 4.3)

Se determina el peso (P) para el cálculo de la fuerza sísmica adicionando a la carga permanente total un porcentaje de la carga viva que depende del uso y la categoría de la edificación, definido de acuerdo a lo indicado en este numeral.

Paso 13 Procedimientos de Análisis Sísmico (Números 4.4 a 4.7)

Se definen los procedimientos de análisis considerados en esta Norma, que son análisis estático (numeral 4.5) y análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

Paso 13 A Análisis Estático (Numeral 4.5)

Este procedimiento solo es aplicable a las estructuras que cumplen lo indicado en el numeral 4.5.1.

El análisis estático tiene los siguientes pasos:

- Calcular la fuerza cortante en la base $V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$ para cada dirección de análisis (numeral 4.5.2).
- Para determinar el valor de C (Paso 4 o numeral 2.5) se debe estimar el periodo fundamental de vibración de la estructura (T) en cada dirección (numeral 4.5.4).
- Determinar la distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección (numeral 4.5.3).
- Aplicar las fuerzas obtenidas en el centro de masas

de cada piso. Además se deberá considerar el momento torsor accidental (numeral 4.5.5).

- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 4.5.6) para los elementos en los que sea necesario.

Paso 13 B Análisis Dinámico (Numeral 4.6)

Si se elige o es un requerimiento desarrollar un análisis dinámico modal espectral se debe:

- Determinar los modos de vibración y sus correspondientes periodos naturales y masas participantes mediante análisis dinámico del modelo matemático (numeral 4.6.1).
- Calcular el espectro inelástico de pseudo aceleraciones $S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$ para cada dirección de análisis (numeral 4.6.2).
- Considerar excentricidad accidental (numeral 4.6.5).
- Determinar todos los resultados de fuerzas y desplazamientos para cada modo de vibración.
- Determinar la respuesta máxima esperada correspondiente al efecto conjunto de los modos considerados (numeral 4.6.3).
- Se deben escalar todos los resultados obtenidos para fuerzas (numeral 4.6.4) considerando un cortante mínimo en el primer entrepiso que será un porcentaje del cortante calculado para el método estático (numeral 4.5.3). No se escalan los resultados para desplazamientos.
- Considerar fuerzas sísmicas verticales (numeral 4.6.2) usando un espectro con valores iguales a 2/3 del espectro más crítico para las direcciones horizontales, para los elementos que sea necesario.

ETAPA 4: VALIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo a los resultados del análisis se determinará si la estructura planteada es válida, para lo cual debe cumplir con los requisitos de regularidad y rigidez indicados en este capítulo.

Paso 14 Revisión de las Hipótesis del Análisis

Con los resultados de los análisis se revisarán los factores de irregularidad aplicados en el paso 8. En base a éstos se verificará si los valores de R se mantienen o deben ser modificados. En caso de haberse empleado el procedimiento de análisis estático deberá verificarse lo señalado en el numeral 4.5.1.

Paso 15 Restricciones a la Irregularidad (Numeral 3.7)

Verificar las restricciones a la irregularidad de acuerdo a la categoría y zona de la edificación en la Tabla N° 10. De existir irregularidades o irregularidades extremas en edificaciones en las que no están permitidas según esa Tabla, se debe modificar la estructuración y repetir el análisis hasta lograr un resultado satisfactorio.

Paso 16 Determinación de Desplazamientos Laterales (Numeral 5.1)

Se calculan los desplazamientos laterales de acuerdo a las indicaciones de este numeral.

Paso 17 Distorsión Admisible (Numeral 5.2)

Verificar que la distorsión máxima de entrepiso que se obtiene en la estructura con los desplazamientos calculados en el paso anterior sea menor que lo indicado en la Tabla N° 11. De no cumplir se debe revisar la estructuración y repetir el análisis hasta cumplir con el requerimiento.

Paso 18 Separación entre Edificios (Numeral 5.3)

Determinar la separación mínima a otras edificaciones o al límite de propiedad de acuerdo a las indicaciones de este numeral.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN

E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

LIMA, 02 DE ABRIL DEL 2003



Resolución Ministerial

N° 079-2003-VIVIENDA

Lima, 02 de Abril de 2003

CONSIDERANDO:

Que, mediante la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se considera al Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción - SENCICO como Organismo Público Descentralizado del Sector;

Que, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 032-2001-MTC, el SENCICO, tiene entre sus funciones la de proponer Normas Técnicas de aplicación nacional para la vivienda y edificación, a ser incorporadas en el Reglamento Nacional respectivo;

Que, por Resolución Ministerial N° 494-97-MTC/15.04 se aprobó la actualización de la Norma Básica de Diseño Sismorresistente;

Que, en cumplimiento de sus funciones, el Comité Permanente de Diseño Sismorresistente, propuso la versión actualizada de la Norma Básica antes indicada, a cuyos efectos propone la aprobación de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente;

Que, mediante Informe N° 002-2003/VIVIENDA-VMCS-DNC, la Dirección Nacional de Construcción, de este Ministerio, ha manifestado su conformidad a la propuesta referida en el anterior considerando, por lo que resulta necesario dictar el resolutivo correspondiente;

De conformidad con la Ley N° 27792 y el Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobar la actualización de la Norma Técnica de Edificación E.030 de Diseño Sismorresistente, que consta de veintinueve (29) artículos y un anexo, la cual forma parte integrante de la presente Resolución.

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

Artículo 3.- Déjese sin efecto la Norma Básica de Diseño Sismorresistente aprobada por Resolución Ministerial N° 494-97-MTC/15.04

Regístrese, comuníquese y publíquese.

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030
COMITÉ TÉCNICO PERMANENTE NTE E.030 DISEÑO
SISMORRESISTENTE

Presidente : Dr. Javier Piqué del Pozo
 Asesor : Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi
 Secretario Técnico : SENCICO

INSTITUCIONES	REPRESENTANTES
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. CISMID	Dr. Javier Piqué del Pozo
Centro Regional de Sismología para América del Sur. CERESIS	Dr. Jorge Alva Hurtado
Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Departamental de Lima	Dr. Hugo Scaletti Farina Ing. Luis Zegarra Ciquero
Instituto Geofísico del Perú	Dr. Leonidas Ocola Aquisé
Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería	Ing. Alejandro Muñoz Peláez
Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil	Ing. Roberto Morales Morales
Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción	Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi Ing. Julio Rivera Feijóo

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

ÍNDICE

	Pag.
CAPITULO 1. GENERALIDADES	7
Artículo 1 Nomenclatura	7
Artículo 2 Alcances	8
Artículo 3 Filosofía y Principios del diseño sismorresistente	8
Artículo 4 Presentación del Proyecto (Disposición transitoria)	9
CAPITULO 2. PARÁMETROS DE SITIO	10
Artículo 5 Zonificación	10
Artículo 6 Condiciones Locales	11
Artículo 7 Factor de Amplificación Sísmica	14
CAPITULO 3. REQUISITOS GENERALES	15
Artículo 8 Aspectos Generales.	15
Artículo 9 Concepción Estructural Sismorresistente	15
Artículo 10 Categoría de las Edificaciones	16
Artículo 11 Configuración Estructural	17
Artículo 12 Sistemas Estructurales	18
Artículo 13 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones	19
Artículo 14 Procedimientos de Análisis	20
Artículo 15 Desplazamientos Laterales	20
CAPITULO 4. ANÁLISIS DE EDIFICIOS	22
Artículo 16 Generalidades	22
Artículo 17 Análisis Estático	24
Artículo 18 Análisis Dinámico	26
CAPITULO 5. CIMENTACIONES	29
Artículo 19 Generalidades	29
Artículo 20 Capacidad Portante	29
Artículo 21 Momento de Volteo	29
Artículo 22 Zapatas aisladas y cajones	29
CAPITULO 6. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO	30
Artículo 23 Generalidades	30
CAPITULO 7. EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS	31
Artículo 24 Generalidades	31
CAPITULO 8. INSTRUMENTACIÓN	32
Artículo 25 Registadores Acelerográficos	32
Artículo 26 Ubicación	32
Artículo 27 Mantenimiento	32
Artículo 28 Disponibilidad de Datos	32
Artículo 29 Requisitos para la Finalización de Obra	32
ANEXO	33
ANEXO N° 1 Zonificación Sísmica	34

CAPITULO 1. GENERALIDADES

Artículo 1 Nomenclatura

Para efectos de la presente norma, se consideran las siguientes nomenclaturas:

C	Coeficiente de amplificación sísmica
C_T	Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio
D_i	Desplazamiento elástico lateral del nivel "i" relativo al suelo
e	Excentricidad accidental
F_a	Fuerza horizontal en la azotea
F_i	Fuerza horizontal en el nivel "i"
g	Aceleración de la gravedad
h_i	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno
h_{ei}	Altura del entrepiso "i"
h_n	Altura total de la edificación en metros
M_{ti}	Momento torsor accidental en el nivel "i"
m	Número de modos usados en la combinación modal
n	Número de pisos del edificio
N_i	Sumatoria de los pesos sobre el nivel "i"
P	Peso total de la edificación
P_i	Peso del nivel "i"
R	Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
r	Respuesta estructural máxima elástica esperada
r_i	Respuestas elásticas correspondientes al modo "i"
S	Factor de suelo
S_a	Aceleración espectral
T	Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico
T_p	Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo.
U	Factor de uso e importancia
V	Fuerza cortante en la base de la estructura
V_i	Fuerza cortante en el entrepiso "i"
Z	Factor de zona
Q	Coeficiente de estabilidad para efecto P-delta global
Δ_i	Desplazamiento relativo del entrepiso "i"

Artículo 2 Alcances

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el Artículo 3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

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

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

Artículo 3 Filosofía y Principios del diseño sismorresistente

La **filosofía** del diseño sismorresistente consiste en:

- a. Evitar pérdidas de vidas
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta Norma los siguientes **principios** para el diseño:

- a. La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

- b. La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

Artículo 4

Presentación del Proyecto (Disposición transitoria)

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

Los planos del proyecto estructural deberán contener como mínimo la siguiente información:

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

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

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

CAPITULO 2. PARÁMETROS DE SITIO

Artículo 5 Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica. En el Anexo N° 1 se indican las provincias que corresponden a cada zona.



FIGURA N° 1

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

Artículo 6

Condiciones Locales

6.1

Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

a. Microzonificación Sísmica

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

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

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

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

b. Estudios de Sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible

modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

6.2

Condiciones Geotécnicas

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

a. Perfil tipo S_1 : Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el período fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0,25 s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20 m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con $N > 30$, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b. Perfil tipo S_2 : Suelos intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S_1 y S_3 .

c. Perfil tipo S₃: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el período fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0,6 s, incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato de suelo **excede** los valores siguientes:

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

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

d. Perfil Tipo S₄: Condiciones excepcionales.

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

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y del factor de amplificación del suelo S, dados en la Tabla N°2.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S₃. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

Tabla N°2			
Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	T_p (s)	S
S ₁	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S ₂	Suelos intermedios	0,6	1,2
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

Artículo 7 Factor de Amplificación Sísmica

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

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$$

T es el periodo según se define en el Artículo 17 (17.2) ó en el Artículo 18 (18.2 a)

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

CAPITULO 3 REQUISITOS GENERALES

Artículo 8 Aspectos Generales.

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

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

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño de cada elemento o componente en estudio.

Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

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

Cuando sobre un sólo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30 % o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entepiso, dicho elemento deberá diseñarse para el 125 % de dicha fuerza.

Artículo 9 Concepción Estructural Sismorresistente

El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.

- Ductilidad.
- Deformación limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

Artículo 10 **Categoría de las Edificaciones**

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 3. El coeficiente de uso e importancia (U), definido en la Tabla N° 3 se usará según la clasificación que se haga.

Tabla N° 3 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

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

Artículo 11**Configuración Estructural**

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

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

b. Estructuras Irregulares. Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más de las características indicadas en la Tabla N° 4 o Tabla N° 5.

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

Tabla N° 5	
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	
Irregularidad Torsional	Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N°8 del Artículo 15 (15.1). En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto.
Esquinas Entrantes	La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.
Discontinuidad del Diafragma	Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma.

Artículo 12 **Sistemas Estructurales**

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la Tabla N°6.

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R). Para el diseño por resistencia última las fuerzas sísmicas internas deben combinarse con factores de carga unitarios. En caso contrario podrá usarse como (R) los valores establecidos en Tabla N°6 previa multiplicación por el factor de carga de sismo correspondiente.

Tabla N° 6	
SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero.	
Arriostres Excéntricos	6,5
Arriostres en Cruz	6,0
Concreto Armado	
Pórticos ⁽¹⁾ .	8
Dual ⁽²⁾ .	7
De muros estructurales ⁽³⁾ .	6
Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾ .	4
Albañilería Armada o Confinada ⁽⁵⁾ .	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE E.060 Concreto Armado. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
 2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según Artículo 16 (16.2)
 3. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.
 4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.
 5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6
- (*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.
- (**) Para estructuras irregulares, los valores de R deben ser tomados como $\frac{3}{4}$ de los anotados en la Tabla.
Para construcciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S_3 , ni se permite en suelos S_4 .

Artículo 13 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7			
CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES			
Categoría de la Edificación.	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A (*) (**)	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
		2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular o Irregular	3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
		1	Cualquier sistema.
C	Regular o Irregular	3, 2 y 1	Cualquier sistema.

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

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

Artículo 14 Procedimientos de Análisis

14.1 Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos referidos en el Artículo 18.

14.2 Las estructuras clasificadas como regulares según el artículo 10 de no más de 45 m de altura y las estructuras de muros portantes de no más de 15 m de altura, aún cuando sean irregulares, podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del Artículo 17.

Artículo 15 Desplazamientos Laterales

15.1 Desplazamientos Laterales Permisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8 LIMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δ_i / h_{e_i})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

15.2 Junta de Separación sísmica (s)

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

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

$$s = 3 + 0,004 \cdot (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

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

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

El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según Artículo 16 (16.4) ni menores que $s/2$.

15.3

Estabilidad del Edificio

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación, (efecto P-delta) según se establece en el Artículo 16 (16.5).

La estabilidad al volteo del conjunto se verificará según se indica en el Artículo 21.

CAPITULO 4 ANÁLISIS DE EDIFICIOS

Artículo 16 Generalidades

16.1 Solicitaciones Sísmicas y Análisis

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del Artículo 3, se acepta que las edificaciones tendrán incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto las sollicitaciones sísmicas de diseño se consideran como una fracción de la sollicitación sísmica máxima elástica.

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

16.2 Modelos para Análisis de Edificios

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

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes. Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

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

16.3 **Peso de la Edificación**

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

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

16.4 **Desplazamientos Laterales**

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el Artículo 17 (17.3) ni el cortante mínimo en la base especificado en el Artículo 18 (18.2 d).

16.5 **Efectos de Segundo Orden (P-Delta)**

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

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

$$Q = \frac{N_i \cdot \Delta_i}{V_i \cdot h e_i \cdot R}$$

Los efectos de segundo orden deberán ser tomados en cuenta cuando $Q > 0,1$

16.6 Solicitaciones Sísmicas Verticales

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

Artículo 17 Análisis Estático

17.1 Generalidades

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Debe emplearse sólo para edificios sin irregularidades y de baja altura según se establece en el Artículo 14 (14.2).

17.2 Período Fundamental

a. El periodo fundamental para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

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

donde :

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

$C_T = 45$ para edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

$C_T = 60$ para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

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

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

Cuando el procedimiento dinámico no considere el efecto de los elementos no estructurales, el periodo fundamental deberá tomarse como el 0,85 del valor obtenido por este método.

17.3 Fuerza Cortante en la Base

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

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

17.4 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Si el periodo fundamental T, es mayor que 0,7 s, una parte de la fuerza cortante V, denominada F_a , deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza F_a se determinará mediante la expresión:

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

donde el período T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

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

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

17.5 Efectos de Torsión

Se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además el efecto de excentricidades accidentales como se indica a continuación.

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la de la acción de las fuerzas.

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

$$M_{t_i} = \pm F_i e_i$$

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

17.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

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

Artículo 18 Análisis Dinámico**18.1 Alcances**

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

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

18.2 Análisis por combinación modal espectral .**a. Modos de Vibración**

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

b. Aceleración Espectral

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

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

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

c. Criterios de Combinación

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

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

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

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

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

c. Fuerza Cortante Mínima en la Base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el Artículo 17 (17.3) para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

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

e. Efectos de Torsión

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

18.3

Análisis Tiempo-Historia

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

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

CAPITULO 5 CIMENTACIONES

Artículo 19 Generalidades

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

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

Artículo 20 Capacidad Portante

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

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

Artículo 21 Momento de Volteo

Toda estructura y su cimentación deberán ser diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo. El factor de seguridad deberá ser mayor o igual que 1,5.

Artículo 22 Zapatas aisladas y cajones

Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S_3 y S_4 y para las zonas 3 y 2 se proveerá elementos de conexión, los que deben soportar en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.

Para el caso de pilotes y cajones deberá proveerse de vigas de conexión o deberá tenerse en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas

solicitaciones. Los pilotes tendrán una armadura en tracción equivalente por lo menos al 15% de la carga vertical que soportan.

CAPITULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPO

Artículo 23 Generalidades

- Se consideran como elementos no-estructurales, aquellos que estando o no conectados al sistema resistente a fuerzas horizontales, su aporte a la rigidez del sistema es despreciable.
- En el caso que los elementos no estructurales estén aislados del sistema estructural principal, éstos deberán diseñarse para resistir una fuerza sísmica (V) asociada a su peso (P) tal como se indica a continuación.

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P$$

Los valores de U corresponden a los indicados en el Capítulo 3 y los valores de C₁ se tomarán de la Tabla N°9.

- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación en la cual la dirección de la fuerza es perpendicular a su plano. - Elementos cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	1,3
- Muros dentro de una edificación (dirección de la fuerza perpendicular a su plano).	0,9
- Cercos.	0,6
- Tanques, torres, letreros y chimeneas conectados a una parte del edificio considerando la fuerza en cualquier dirección.	0,9
- Pisos y techos que actúan como diafragmas con la dirección de la fuerza en su plano.	0,6

- Para elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural principal y deban acompañar la deformación de la misma, deberá asegurarse que en caso de falla, no causen daños personales.
- La conexión de equipos e instalaciones dentro de una edificación debe ser responsabilidad del especialista correspondiente. Cada especialista deberá garantizar que estos equipos e instalaciones

no constituyan un riesgo durante un sismo y, de tratarse de instalaciones esenciales, deberá garantizar la continuación de su operatividad.

CAPITULO 7

EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

Artículo 24

Generalidades

- Las estructuras dañadas por efectos del sismo deben ser evaluadas y reparadas de tal manera que se corrijan los posibles defectos estructurales que provocaron la falla y recuperen la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico, acorde con los objetivos del diseño sismorresistente anotada en el Capítulo 1.
- Ocurrido el evento sísmico la estructura deberá ser evaluada por un ingeniero civil, quien deberá determinar si el estado de la edificación hace necesario el reforzamiento, reparación o demolición de la misma. El estudio deberá necesariamente considerar las características geotécnicas del sitio.
- La reparación deberá ser capaz de dotar a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros.
- El proyecto de reparación o reforzamiento incluirá los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.
- Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones existentes se podrá emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en esta Norma, con la debida justificación y aprobación de la autoridad competente.

CAPITULO 8 INSTRUMENTACIÓN

Artículo 25 Registradores Acelerográficos

En todas las zonas sísmicas los proyectos de edificaciones con un área igual o mayor de 10,000 m², deberán instrumentarse con un registrador acelerográfico triaxial.

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

Artículo 26 Ubicación

Los instrumentos deberán colocarse en una habitación de por lo menos 4 m² ubicado en el nivel inferior del edificio teniendo en cuenta un acceso fácil para su mantenimiento; y una apropiada iluminación, ventilación, suministro de energía eléctrica, y seguridad física y deberá identificarse claramente en el plano de arquitectura.

Artículo 27 Mantenimiento

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

Artículo 28 Disponibilidad de Datos

Los acelerogramas registrados por los instrumentos, serán procesados por el Instituto Geofísico del Perú e integrados al Banco Nacional de Datos Geofísicos. Esta información es de dominio público y estará disponible a los usuarios a pedido.

Artículo 29 Requisitos para la Finalización de Obra

Para obtener el certificado de finalización de obra, y bajo responsabilidad del funcionario competente, el propietario deberá presentar un certificado de instalación, expedido por el Instituto

Geofísico del Perú y además un contrato de servicio de mantenimiento operativo de los instrumentos.

ANEXO

ANEXO N° 1
ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1 del Artículo 5.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

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

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas y Ucayali .
2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Atalaya y Padre Abad.
6. Departamento de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín. Todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angaraes, Churcampa, Tayacaja y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta y Vilcashuamán.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

Zona 3

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

1. ESCALAS DE INTENSIDADES SÍSMICAS

1.1 ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA (ABREVIADA)

1.1.1 INTENSIDAD: GRADOS

- I No sentido en general, excepto por muy pocos en circunstancias especialmente favorables.
- II Sentido solamente por pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos de edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
- III Sentido muy perceptiblemente en el interior de las construcciones, especialmente en los pisos superiores de edificios, pero mucha gente no reconoce la perturbación como movimiento sísmico. Vehículos motorizados estacionados pueden mecerse ligeramente. Vibración como el paso de un camión.
- IV Durante el día, sentido en interiores por muchos, en exteriores sentido por pocos. En la noche, algunos se despiertan. Platos, ventanas y puertas se sacuden; las paredes crujen. Sensación como que un camión pesado golpeará el edificio. Vehículos detenidos se mecen notablemente. Líquidos en vasijas abiertas se agitan.
- V Sentido por casi todos. Muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen [por la vibración]. En algunos casos, el revestimiento se agrieta. Objetos inestables se voltean. Se advierten algunas veces perturbaciones de postes, árboles, y otros objetos altos. Se asustan pocos, algunos, varios. Pocos salen fuera de las construcciones. Árboles y arbustos se sacuden ligeramente.
- VI Sentido por todos. Algunos muebles pesados se mueven. En algunos casos cae revestimiento. Daño ligero. Muchos se asustan. Muchos salen de la construcción. Objetos son arrojados de repisas o lugares de reposo. Árboles y arbustos se sacuden moderadamente. Se despiertan todos.

- VII** Todos se asustan. Todo el mundo corre fuera de la construcción. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción. Daño ligero a moderado en estructuras ordinarias bien construidas. Daño considerable en estructuras pobremente construidas o malamente diseñadas. Advertido por personas manejando vehículos motorizados. Árboles y arbustos se sacuden fuertemente. En muchos casos muebles pesados se voltean. Agua se vuelve turbia y lodosa. Caída de cornisas, parapetos, locetas, tejas, y piedras.
- VIII** Daño ligero en estructuras especialmente diseñadas. Daño considerable en edificaciones resistentes ordinarias con colapso parcial. Gran daño en estructuras pobremente construidas. Muros de panel forzados fuera de su marco estructural. Caída de columnas, monumentos, muros, etc. Muebles pesados se voltean. Eyección de arena y lodo en pequeñas cantidades. Cambios: temporal, permanente, en flujo de manantiales y pozos, cambios en las temperaturas del agua. Personas manejando vehículos se desconciertan. Árboles se sacuden fuertemente; ramas y troncos se rompen. Terrenos húmedos se agrietan en cierta extensión.
- IX** Daño considerable en estructuras diseñadas especialmente. Pandeo de marcos estructurales bien diseñados. Gran daño en construcciones resistentes, con colapso parcial. Edificio desplazados de sus cimientos. El suelo se agrieta conspicuamente. Se rompen tuberías en el subsuelo. Se reportan varios deslizamientos.
- X** Algunas estructuras de madera bien construidas se destruyen. La mayoría de las estructuras de mampostería/albañilería y pórticos destruida, incluyendo sus cimientos. Terreno severamente agrietado. Rieles se doblan. Considerables deslizamientos de las riberas de ríos y pendientes empinadas. Arena y lodo desplazado/trasladado. Daños severos a presas, diques, y terraplenes. Tuberías subterráneas rotas, trituradas, aplastadas, combadas.
- XI** Pocas, si alguna estructura (mampostería o albañilería) permanece en "pie". Puentes destruidos. Amplias fisuras en el terreno. La tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. Deslizamientos rotacionales y deslizamientos de tierras en terrenos blandos. Rieles se doblan o arquean grandemente. Gran daño a presas, diques, y terraplenes. Causa maremoto significativo.
- XII** Daño total. Se ven ondas en la superficie del terreno. Líneas de vista y nivel distorsionadas. Objetos lanzados hacia arriba: al aire.

1.2 ESCALA DE INTENSIDADES MSK-64

1.2.1 CLASIFICACIÓN ADOPTADA EN LA ESCALA

TIPOS DE ESTRUCTURAS

Edificaciones construidas sin las previsiones sismorresistentes necesarias.

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

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

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

DEFINICIONES DE CANTIDADES

Individual = alrededor del 5%

Muchos = 50%

La mayoría = alrededor del 75%

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

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

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

- Grado 3.** Daño Grave: Grietas grandes y profundas en muros.
- Grado 4.** Destrucción Parcial: Grietas y brechas muy grandes en muros, desplome de partes de la construcción, rotura de conexiones entre partes de la construcción, desplome de muros interiores y muros aporticados.
- Grado 5.** Destrucción total: Destrucción total de la edificación

AGRUPAMIENTO DE LOS CRITERIOS DE INTENSIDAD

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

1.2.2 INTENSIDAD: GRADOS

I No perceptible

- a) Intensidad de vibración por debajo del nivel perceptible de los humanos; sacudimiento del suelo detectado y registrado por los sismógrafos solamente.
- b) No hay daños.
- c) No hay efectos

II Escasamente perceptible

- a) Sacudimiento sentido por algunas personas en reposo en el interior de la construcción, especialmente en pisos superiores.
- b) No hay daños
- c) No hay efectos

III Sismo ligero

- a) Sentido por algunas personas en el interior de la construcción; sentido fuera de la construcción bajo condiciones favorables. Vibración similar al sacudimiento causado por el paso de un camión ligero. Observadores atentos pueden notar ligero oscilamiento de objetos colgados, los cuales son más notorios en pisos superiores.
- b) No hay daños
- c) No hay efectos

IV Sacudimiento perceptible

- a) Sentido en el interior de la construcción por muchas personas; sentido fuera de la construcción sólo por unas pocas. Algunas personas dormidas se despiertan, pero nadie se asusta. Vibraciones similares al sacudimiento causado por el paso de camión pesado. Ventanas, puertas, y platos se sacuden con ruido. Pisos y paredes crujen. Muebles comienzan a sacudirse. Objetos colgantes oscilan. Líquidos en vasijas descubiertas se agitan ligeramente. Vehículos automotores estacionados se mecen.
- b) No daños
- c) No efectos

V Sacudimiento severo

- a) Sentido por todas las personas en el interior de la construcción, y por muchos fuera de la construcción. Muchas personas dormidas se despiertan. Algunas personas corren al exterior de la construcción. Animales se inquietan. Sacudimiento de toda la construcción. Objetos colgantes oscilan considerablemente. Cuadros se mueven. En casos raros, relojes de péndulo se paran. Algunos objetos inestables se vuelcan o desplazan. Puertas y ventanas no aseguradas con llave se abren y se cierran. Pequeñas cantidades de líquido se derrama de vasijas abiertas. Vibraciones similares a las causadas por la caída de objetos pesados percibida dentro de la construcción.
- b) Posible daño de grado-1 a construcciones individuales del Tipo A.
- c) En algunos casos, la cantidad de flujo de agua en los manantiales cambia.

VI Daños ligeros a construcciones

- a) Sentido por la mayoría de las personas tanto en el interior como en el exterior de la construcción. Muchas personas dentro de la construcción se asustan y corren hacia fuera. Algunas personas pierden su equilibrio. Animales domésticos salen corriendo de sus albergues. En algunos casos, platos y otros objetos de vidrio se rompen; libros se caen. Muebles pesados pueden moverse; puede escucharse el tañer de campanas pequeñas en campanarios.
- b) Daño grado-1 a construcciones individuales del Tipo B y a muchas construcciones del Tipo A. Daño grado-2 a construcciones individuales del Tipo A.
- c) En algunos casos, se forman grietas de hasta 1 cm de ancho en terreno húmedo; algunos deslizamientos en áreas montañosas. Cambios en la cantidad de flujo de agua de manantiales y en los niveles de agua de los pozos.

VII Daño a las construcciones

- a) La mayoría de las personas se asustan y corren fuera de la construcción. Muchas personas tienen dificultad en mantener su equilibrio. El sacudimiento es advertido por personas manejando carros. Grandes campanas suenan.
- b) Daño de grado-1 a muchas construcciones de Tipo C; daño de grado-2 a muchas construcciones de Tipo B, daño de grado-3 a muchas construcciones de Tipo A; daño de grado-4 a construcciones individuales de Tipo A. En algunos casos, deslizamientos sobre carreteras en pendientes empinadas y grietas en carreteras. Roturas en uniones de tuberías; grietas en cercos de albañilería.
- c) Se forman ondas en superficies de agua; el agua se enturbia debido a que el lodo se levanta. Niveles de agua en pozos y flujo de la cantidad de agua de manantiales cambian. En algunos casos, nuevas fuentes de agua aparecen y viejas desaparecen. Casos individuales de deslizamientos de arena o grava en riberas de ríos.

VIII Fuerte daño a construcciones

- a) Miedo y pánico; aún personas manejando carros son desconcertadas. En algunos sitios se rompen ramas de árboles. Muebles pesados se mueven y algunas veces se voltean. Algunas lámparas colgantes se dañan.
- b) Daños del grado-2 a muchas construcciones del Tipo C; daño del grado-3 a edificios individuales del Tipo C. Daños del grado-3, y ocasionalmente grado-4, a construcciones del Tipo B. Daño del grado-4, y ocasionalmente del grado-5, a construcciones del Tipo A. Casos individuales de daños a tuberías. Monumentos y estatuas se mueven, y lápidas se voltean. Cercas de piedras son destruidas.
- c) Deslizamientos pequeños en pendientes empinadas de bajadas y subidas de carreteras; grietas en el terreno alcanzan varios centímetros de ancho. Aparecen nuevos cuerpos de agua. Algunas veces, pozos secos se llenan de agua o pozos que estuvieron funcionando se secan. En muchos casos, la cantidad de flujo de agua de manantiales y niveles de agua de pozos cambian.

IX Destrucción parcial de construcciones

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

X Destrucción total de construcciones

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

XI Catástrofe

- b) Daños serios aún a edificaciones, puentes, presas y rieles de trenes bien construidas. Autopistas intransitables; destrucción de tuberías subterráneas.
- c) Considerable deformación del terreno en forma de anchas grietas, desplazamientos y roturas, tanto vertical como horizontal; numerosos deslizamientos en montañas.

Determinación de la intensidad de sacudimiento en este caso requiere investigaciones especiales.

XII Cambios en relieve

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

La determinación de la intensidad de sacudimiento, en este caso, requiere de investigaciones especiales.

SUSCRIPCIONES Y PEDIDOS

Av. Canadá # 1568 San Borja- Lima

TELÉFAX 4769602

TODA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL REQUIERE

AUTORIZACIÓN DE VIVIENDA O DEL SENCICO

IMPRESO EN LOS TALLERES GRÁFICOS DEL SENCICO