



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Ancash - 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Miguel Andree Guevara Calvo (ORCID: 0000-0002-9728-5481)

Robert Jean Carlo Salazar Valverde (ORCID: 0000-0002-9490-6406)

ASESOR:

Mgr. Gonzalo Hugo Díaz García (ORCID: 0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE – PERÙ

2019

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros padres y hermanos por el constante apoyo y consejos que nos brindaron para seguir adelante y vencer cualquier obstáculo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la vida y sabiduría.

A nuestra familia por estar en todo momento con nosotros incondicionalmente.

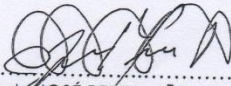
A nuestra Universidad César Vallejo y escuela de ingeniería civil por acogernos durante nuestra etapa de estudiantes.

A nuestro asesor temático Ing. Gonzalo Díaz García; y metodólogo, Ing. José Muñoz Arana, por orientarnos en la culminación de la presente tesis.

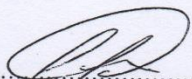
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) GUEVARA CALVO, MIGUEL ANDREE y SALAZAR VALVERDE, ROBERT JEAN CARLO cuyo título es: ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON A DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE CON BASE EMPOTRADA FRENTE A UN MODELO CON BASE AISLADA, CHIMBOTE - ANCASH - 2019..

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 1.1.....(número)On.se.....(letras).

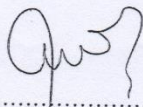
Chimbote, jueves, 11 de julio de 2019



.....
Mgtr. JOSÉ PEPE MUÑOZ-ARANA
PRESIDENTE



.....
Mgtr. DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO
SECRETARIO



.....
Mgtr. LEGENDRE SALAZAR SHEILA MABEL
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, GUEVARA CALVO MIGUEL ANDREE con DNI N° 72778367; y SALAZAR VALVERDE ROBERT JEAN CARLO con DNI N° 44879066, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

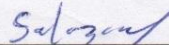
Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son documentos auténticos y veraces.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Nuevo Chimbote, Julio del 2019



GUEVARA CALVO MIGUEL ANDREE
DNI: 72778367



SALAZAR VALVER ROBERT JEAN CARLO
DNI: 44879066

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MÉTODO	18
2.1. Tipo y diseño de investigación	18
2.1.1. Tipo de estudio.....	18
2.1.2. Diseño de investigación.....	18
2.2. Operacionalización de variables.....	19
2.3. Población y muestra	21
2.3.1. Población	21
2.3.2. Muestra.....	21
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
2.4.1. Técnica.....	21
2.4.2. Instrumento	21
2.4.3. Validez y confiabilidad	21
2.5. Procedimiento.....	21
2.6. Métodos de análisis de datos.....	22
2.7. Aspectos éticos	22
III. RESULTADOS	23
3.1. Cuadros comparativos del modelo con base empotrada y el modelo con base aislada	23
3.1.1. Derivas.....	23
3.1.2. Fuerzas cortantes.....	24
3.1.3. Aceleraciones de entre pisos	25
IV. DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	35

RESUMEN

La presente tesis titulada “Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote – Áncash – 2019” se encuentra dentro de la línea de investigación diseño sísmico estructural.

Se planteó como objetivo general, realizar el análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Y se tuvo como tipo de estudio, aplicada, con un diseño de investigación no experimental de tipo descriptivo comparativo. Como instrumento se utilizó fichas de recojo de datos para determinar los parámetros tanto del diseño como modelamiento de elementos estructurales y del sistema de aislamiento, para su posterior análisis estático y dinámico según la norma técnica E-030 y ASCE/SEI7-16.

Según los resultados obtenidos, se concluyó que al usar un sistema de aislamiento en el pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde, las demandas sísmicas en la estructura disminuyen significativamente, las derivas se reducen en un 74%; las fuerzas cortantes disminuyen hasta en un 59% y las aceleraciones disminuyen en un 89%; lo que representa un buen comportamiento en la edificación, minimizando los daños que pueda ocasionar un eventual sismo de gran intensidad.

Palabras clave: aislador, análisis sísmico, estructura

ABSTRACT

The present thesis entitled "Comparative analysis of the seismic behavior of the Víctor Andrés Belaunde educational institution with a built-in base against a model with an isolated base, Chimbote - Áncash - 2019" is within the structural seismic design research line.

As a general objective, he made the comparative analysis of the seismic behavior of the pavilion To the Victor Andrés Belaunde educational institution with a built-in base against a model with an isolated base. What it does have is a type of study, an application, a design that is not experimental or comparative. As you can see in the future, the writing techniques and the insulation system, as well as in its subsequent static and dynamic analysis according to the technical standard E-030 and ASCE/SEI7-16.

According to the results obtained, it was concluded that when using an isolation system in pavilion A of the Víctor Andrés Belaunde Educational Institution, the seismic demands on the structure decrease significantly, the drifts are reduced by 74%; cutting forces decrease by up to 59% and accelerations decrease by 89%; what represents a good behavior in the building, minimizing the damage that may cause an eventual earthquake of great intensity.

Keywords: insulator, seismic analysis, structure

I. INTRODUCCIÓN

Como uno de los grandes problemas en nuestra realidad, sabemos que en todo el mundo desde siempre han ocurrido movimientos telúricos, siendo varios de ellos, de considerables dimensiones, principalmente zonas con altas actividades sísmicas, dentro de las cuales se encuentra Perú; generando que la comunidad científica busque alternativas de solución con el fin de impedir que las estructuras colapsen, evitando perjuicios económicos y humanos (Zegarra, 2015, p. 1).

Y debido a la ineficacia sismorresistente de edificaciones construidas convencionalmente, se llegó a la aplicación de diversos métodos para el control sísmico de estructuras (Islam, Jameel, Uddin e Ishtiaq, 2011, p.1).

En nuestro país, a pesar de tener zonas con un elevado índice de actividad sísmica, la utilización de innovadores métodos de protección sísmica no tiene mucha difusión como, por ejemplo, la implementación de sistemas de aislamiento basal en las edificaciones, que tienen capacidad para reducir considerablemente el daño en una edificación ante un sismo de gran intensidad (Huanca y Meléndez, 2016, p. 3).

Ante lo dicho anteriormente, es que actualmente es menester la utilización de modernos sistemas de amortiguamiento sísmico, debido a que las edificaciones construidas convencionalmente podrían ser proyectadas para tolerar ligeros movimientos sísmicos, en cambio, frente a sismos con una mayor magnitud, poseen comportamientos deficientes (Mestanza, 2015, p. 9).

Por lo tanto, con la finalidad de seguir incrementando la calidad y hacer prevalecer estructuras aisladas en edificios esenciales, como ingenieros, estamos en la obligación de estudiar estos métodos de protección sísmica (Reidar, 2013, p. 1).

Este es un tema que se ajusta al edificio en análisis en esta tesis, ya que es una edificación esencial que se encuentra en una zona con un alto índice de ocurrencia de sismos, y que buscamos la implementación de aisladores sísmicos a dicha edificación, con el fin de que además de tener un adecuado desempeño sismorresistente, se mantenga operando sin presentar daños, luego de alguna actividad sísmica de considerable escala, salvaguardando vidas en su interior.

Durante la investigación se ha podido encontrar diversos trabajos previos, en las cuales encontramos internacionalmente que, Según Núñez L. (2014) cuya investigación titulada Aislamiento sísmico de una edificación, cuyo objetivo fue el análisis del comportamiento estructural del hospital de la Ciudad de Ambato, estructurada convencionalmente, frente a una estructurada con aisladores (p. 7), concluyendo que las derivas de dicho edificio sin aislamiento son mayores a las conseguidas luego de la implementación del sistema aislado; obteniendo reducciones de derivas de entrepiso desde 0.018 m/m a 0.0040 m/m, lo que significa una disminución del 78% en relación a la edificación sin aislar (p. 258).

Como investigaciones nacionales, tenemos a Cáceres y Aquino (2017), cuyo trabajo titulado Aislación Sísmica a un Hospital de 4 niveles, siendo su finalidad: modelar, analizar y diseñar un hospital de 4, implementando aisladores sísmicos en su base (p. 2), concluyendo que los desplazamientos en la superestructura de la edificación con aisladores disminuyeron en un promedio de 55% en el sentido “X” y 53% en el sentido “Y” de lo que se obtendría en la edificación sin aislar (p. 229).

Según la investigación de Zegarra S. (2015), titulada Análisis comparativo de un hospital aislado y no aislado basalmente, tuvo en su objetivo general, comparar estructuralmente un hospital con y sin aisladores (p. 6), concluyendo que el desplazamiento lateral y aceleraciones se ven reducidas en un 2% y 60% respectivamente en el primer nivel, hasta un 51% y 93% respectivamente en el sexto nivel (p. 86).

En la investigación de Chuman y Valladares (2017) titulada Diseño y análisis estructural de un edificio asilado y no aislado sísmicamente, tuvo como objetivo diseñar, analizar y comparar estructuralmente un edificio con aisladores y sin aisladores (p. 19), concluyendo que la cortante basal se reduce en 25% en el modelo aislado; además que el periodo del edificio aislado se cuadruplica en comparación al del empotrado (p. 170).

Según Meza Z. (2015) cuya investigación titulada Diseño y análisis de Hospital con Aisladores, tuvo como objetivo general el indagar en la aplicación de sistemas aislados en estructuras y diseño de hospital utilizando dichos aisladores sísmicos (p. 4), concluyendo que, al insertar aisladores sísmicos a un edificio tradicional, sus aceleraciones y derivas en cada nivel, son reducidas hasta 73.9% y 86.9% respectivamente (p. 229).

La aislación sísmica es uno de los métodos sismorresistentes que se basa en separar la edificación de los movimientos transmitidos en el terreno donde se encuentra cimentada, mediante un elemento con gran flexibilidad horizontal, que sirve de apoyo (Patil y Reddy, 2012, p. 1).

La integración de dichos aisladores posibilita que el edificio sea menos rígido, consiguiendo que su periodo sea varias veces mayor, al período de la estructura sin aislación, asegurando nulo daño estructural, protegiendo personas y lo que contiene dentro de ella (Kircher, 2006, p. 4).

Es decir, que el objetivo de este sistema es asegurar que la estructura resista cargas sísmicas, que una edificación tradicional no es capaz (de la Llera, Vásquez, Poulos y Favier, 2015, p. 2).

Mediante el aislamiento sobre la cimentación de una estructura, ésta reduce sus aceleraciones que sufre cuando está aconteciendo movimientos sísmicos, aumentando los periodos inherentes en dicha estructura, independizándola de los periodos que transmite el terreno de fundación, lo que conlleva a reducir esfuerzos en el interior de la edificación (Anders, 1999, p. 16).

Al incorporar la gran flexibilidad horizontalmente, incrementan los periodos en la edificación, apartándola del sector con superior fuerza de sismo. Lo que resulta como una gran solución, minimizando al mismo tiempo los desplazamientos y aceleraciones en los niveles de la edificación, y así concentrar desplazamientos en el nivel del aislamiento (Kabeer y Kumar, 2014, p. 2).

Una edificación que no cuenta con aisladores, experimentaría desmesuradas cantidades de movimiento, obligándola a sufrir enormes esfuerzos de inercia. Lo que quiere decir que los daños estructurales en el edificio pueden descender significativamente si se adicionan aisladores sísmicos (Skinner, Kelly, Robinson, s.f., p. 6).

Para Higashino y Okamoto (2006, p. 1), la incorporación de aisladores en la base, considera dos características elementales como la flexibilidad e incremento de la amortiguación, consiguiendo que las aceleraciones se reduzcan y que los desplazamientos se concentren en el sistema de aislamiento con la ayuda del amortiguamiento.

Gracias a los aisladores sísmicos, aumentan los rendimientos en los elementos estructurales de cada nivel en la edificación, aminorando sus distorsiones negativas al igual que en los componentes no estructurales, haciendo que los ambientes ocupacionales no se vean interrumpidas, y mermando las respuestas de aceleración disminuyendo lo correspondiente al daño en la edificación (Wiles, 2008, p. 28).

En edificaciones aisladas sísmicamente, la fuerza de los sismos disminuye debido a que las estructuras se harán flexibles. Dicha característica es una de las propiedades que se presentan en estos sistemas de aislamiento, lo que hace viable la variación de los periodos de vibración. Así como también, hace posible la reducción de aceleración espectral y de esfuerzos sísmicos (Manarbek, 2013, p. 12).

Además de las características mencionadas, también se manifiesta que los desplazamientos se amplifican a la altura del sistema de aislamiento debido a su flexibilidad, en cambio, dichos desplazamientos en entrepisos aminoran sustancialmente, beneficiando a la edificación, protegiendo de daños a los elementos estructurales y no estructurales (Adibramezani, Moghadam y Ziyaeifar, 2009, p. 3).

Con respecto a la altura de la edificación, Carpio (2017, p. 16), sostiene que los sistemas de aislación se emplean únicamente en edificaciones con altura baja porque al tener periodos cortos, se le llevaría a un periodo largo reduciendo la fuerza sísmica; lo contrario lo que ocurriría con estructuras muy elevadas ya que, al tener periodos largos, el uso de aisladores no sería factible, ya que podría ocasionar volteo.

En países donde ya han implementado estos sistemas de protección sísmica, los utilizan, desde sistemas simples hasta sistemas modernos totalmente mecanizados. Dentro de estos encontramos diversos modelos de aisladores, con peculiaridades pertenecientes a su operacionalización, elementos que los constituyen y coste para su montaje (Mendo, 2015, p. 17).

Uno de los tipos de este sistema de aislación, son los aisladores elastoméricos convencionales, los cuales están constituidos de capas de acero que se insertan en finas láminas de elastómeros que se vulcanizan conjuntamente, posibilitando el desplazamiento lateral requerido para facultar movimientos horizontales correspondiente a la edificación

y el terreno, y, por otro lado, dichas láminas facilitan la rigidez vertical al sistema aislado (Lema, 2013, p. 27).

Dentro de estos tenemos los de bajo amortiguamiento (LDR), que se basan en capas de acero intercalado con caucho, que se adhieren mediante el vulcanizado. La fusión del acero con caucho incrementa la resistencia de cargas gravitatorias, además de firmeza para aguantar carga lateral. Su fabricación es simple, fácil de modelamiento, no son muy sensibles a los cambios de capacidad durante su uso, el clima o tiempo. Sin embargo, requieren de un complementario sistema de amortiguamiento, logrando entre 5% - 10% de amortiguación (Soriano, 2014, p. 32).

También encontramos dentro de los convencionales, a los de alto amortiguamiento (HDR), hechas sus láminas con aceites, resinas y carbón, para llegar entre 10% - 15% de amortiguación. Son susceptibles a temperaturas y frecuencias cambiantes, originando reducción de firmeza con amortiguación. En otras palabras, si se les somete a fases de movimientos, amplifican su rigidez en etapas de cargas iniciales, estabilizándose posteriormente a la tercera etapa de carga. Dicho de otra forma, sus particularidades del comienzo son recuperables con el tiempo (Reyna, 2017, p. 21).

Otro tipo de aisladores, son los que contienen núcleo de plomo (LRB), parecidos a los LDR, pero contienen en el interior, un núcleo de plomo colocado en la parte central del aislador, posibilitando el incremento en su rigidez original y desvanecer energía por medio de la potenciación de la amortiguación en el sistema en 15 y 35% (Aliaga y Vásquez, 2015, p. 70).

Las temperaturas ambientales elevadas, pueden perjudicar su rigidez horizontalmente. Al aumentar cargas axiales, su dureza horizontal puede decrecer. Sus características están en función al historial de cargas. La firmeza del núcleo de plomo y la amortiguación se reducen al aumentar ciclos (Tapia y Veletanga, 2017, p. 39).

También se puede encontrar a los aisladores de fricción o deslizante friccionales, que son dispositivos en el que una lámina de acero se desplaza sobre acero inoxidable. Esta lámina posibilita a la estructura moverse horizontalmente, independientemente con respecto al suelo, disipando energía mediante fuerzas friccionantes producidas en un movimiento sísmico (Luque, 2016, p. 44).

Dentro de estos tenemos a los deslizadores friccionales o apoyos deslizantes planos que, en contraste con otros aisladores, poseen exclusivamente la capacidad para aislar el edificio, puesto que son incapaces de retornar al lugar de origen, así que son utilizados simultáneamente con artefactos complementarios de autocentrado, por lo tanto, su resistencia a fuerzas laterales es nula (Caxi, 2018, p. 44).

Asimismo, encontramos también a los péndulos de fricción (FPS), los cuales se caracterizan por tener un espacio cóncavo donde se ubica un deslizador articulado que posibilita a una edificación regresar a la postura de inicio a consecuencia de su forma, además de ser ayudada por la fuerza de gravedad (Trujillo, 2017, p. 41).

La utilización de aisladores HDR, LRB y FPS como los sistemas más comunes para la aislación basal se ha ampliado en los últimos años. La idea de un sistema de aislación ha sido un entusiasmo en crecimiento para algunas organizaciones, por lo que están trabajando junto con analistas y especialistas en ingeniería estructural para ampliar este pensamiento de protección sísmica (Monfared, Shirvani y Nwaubani, 2013, p. 3).

Al diseñar enteramente un edificio basalmente, se deberán determinar la ubicación y las dimensiones necesarias para la edificación, asegurándose de la máxima carga que cada aislador resistirá por parte del edificio, todo el tiempo para el que están diseñados, asimismo los periodos y amortiguación de energía deberá ser cambiada en la edificación en eventos sísmicos. Asimismo, se deberá comprobar su desempeño en programas computacionales (Valerio, 2015, p. 52).

La norma peruana sismorresistente menciona que, permite el sistema de aislamiento en edificaciones toda vez que cumplan todos los requisitos indicados anteriormente. Asimismo, deberá aplicarse la norma americana ASCE/SEI 7, para diseñar edificaciones aisladas sísmicamente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento N.T.P. E-030, 2018, p. 8).

Como en estructuras convencionales, para estructuras con aisladores se utilizan igualmente procesos de análisis estáticos y dinámicos. En los procedimientos estáticos se designan valores límites de cortantes o desplazamientos, y en el análisis dinámico, estos resultados son verificados; considerando los parámetros indicados en el ASCE/SEI (Ruiz, 2017, p. 23).

La norma peruana considera analizar estáticamente y dinámicamente.

Para el primero, Pretell (2018, p. 17), nos dice que se determinan fuerzas horizontales, las cuales representan un sismo actuante en todos los niveles de un edificio, resultando una cortante basal, la sumatoria de cada una de ellas.

La cortante basal es calculada siguiendo parámetros indicados en la norma sismorresistente, dentro de los cuales se encuentran la clase del suelo, factor de zona, uso del edificio, el valor sísmico de amplificación.

En este procedimiento estático, se verifican las restricciones de irregularidad de una edificación en respuesta a cargas laterales.

Al diseñar aisladores, es importante llevar a cabo una evaluación estática. Este análisis constituye valores mínimos de desplazamientos y fuerzas de diseño previos. Asimismo, dicho análisis, es además valioso para el inicio del prediseño del sistema con aisladores, así como también deberá ser requerido en la evaluación dinámica cuando se tenga que realizar comprobaciones al diseño de la edificación (Mayes, 2001, p. 16).

Para sistemas aislados, el procedimiento será utilizado en edificaciones menores o iguales a 19.8 m., de acuerdo a la norma internacional ASCE/SEI.

Es empleado para realizar un prediseño, asignándonos límites o parámetros de cortantes y desplazamientos, que serán verificados mediante un análisis modal (Naeim y Kelly, 1999, p. 65).

Este método es utilizado para predimensionar el sistema de aislamiento, y así obtener el amortiguamiento y rigidez requerido para poder efectuar el análisis dinámico (Zurita, 2014, p. 92).

Al análisis estático le precede la evaluación dinámica, el cual se le puede aplicar a toda clase de edificación, y será necesario para calcular las derivas laterales de la estructura, la cual se hará mediante procedimientos de combinación espectral (Borda y Pastor, 2007, p. 25).

Asimismo, se emplea en cada sentido, de todos los niveles de la estructura, un espectro inelástico de pseudo aceleraciones ((Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento N.T.P. E-030, 2018, 2016, p. 11).

Luego se determinan los modos o formas de vibración en una estructura, mediante el modal espectral, los cuales son una forma característica en que vibrara dicho sistema y en la que son dependientes de su propia rigidez y masa.

La norma americana ASCE/SEI (2016, p. 173), nos menciona que este análisis se lleva a cabo utilizando para el modo fundamental, valores de amortiguamiento modal, menores que la del amortiguamiento eficaz de los aisladores. Dichos valores de amortiguamiento serán seleccionados apropiadamente en la evaluación de espectro respuesta sobre el sistema con aisladores. El espectro respuesta es utilizado con el fin de determinar el diseño de desplazamiento, asimismo, el valor de desplazamiento máximo total en los aisladores.

Una vez conseguidos los parámetros gracias al análisis por fuerzas equivalentes, estos deberán ser comprobados por el análisis modal espectral y tiempo historia, y deberán usarse como diseño dichos valores hallados, al estar conforme los datos obtenidos previamente.

Para la evaluación tiempo historia, son utilizados como mínimo, un trio de representaciones de sismos que deberán estar escaladas, las cuales son aplicadas al mismo tiempo, teniendo en cuenta el lugar más negativo de la excentricidad de la masa (ASCE/SEI, 2016, p. 173).

Esta investigación tiene como formulación del problema, la siguiente interrogante: ¿Cuál será el resultado del análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada?

Esta investigación tiene la justificación de entregar conocimiento y fomentar novedosas opciones para la protección sísmica, como el uso de sistemas de aislación sísmica en estructuras.

Técnicamente, esta tesis busca contribuir a soluciones correspondientes a la alta actividad de sismos, que son causantes del colapso estructural en todo el mundo, ya sea total o parcial. Y que, al tratarse de un edificio esencial, su funcionamiento deberá seguir con normalidad luego de eventos sísmicos.

En perspectiva económica, implementar aisladores sísmicos, inicialmente incrementaría su coste, sin embargo, se ahorrarían gastos en reconstrucción del edificio, ya que este no se perjudicaría después de algún desastre sísmico.

Socialmente hablando, por ser un colegio la presente edificación en estudio y por albergar numerosas personas, éstas podrían resultar ilesas ante un eventual desastre. Asimismo, podría servir de refugio para personas damnificadas.

Este trabajo de investigación no presenta hipótesis, ya que solo se describen los valores o características de un determinado proceso, y no se intenta pronosticar un dato (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010, p. 97).

El objetivo general de esta tesis es, realizar el análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada; y teniendo los siguientes objetivos específicos:

Evaluar el pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada, mediante un análisis estático y dinámico según la N.T.P. E-030.

Realizar el diseño de los aisladores sísmicos para el pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde.

Evaluar el pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base aislada, según la norma ASCE/SEI7-16

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

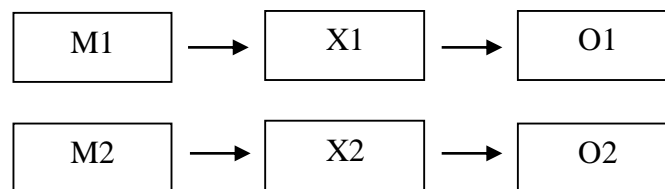
2.1.1. Tipo de estudio

Aplicada porque se utilizan los conocimientos existentes en la ciencia para resolver problemas.

2.1.2. Diseño de investigación

NO EXPERIMENTAL: DESCRIPTIVO- COMPARATIVO

Esta tesis es del tipo descriptivo porque se describe el comportamiento de la estructura con la implementación de un sistema aislado, y la comparación sísmica de ambos modelos.



Donde:

M1: Pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde.

X1: Estructura con base empotrada.

O1: Resultado del análisis de la estructura con base empotrada

M2: Pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde.

X2: Estructura con base aislada.

O2: Resultado del análisis de la estructura con base aislada

2.2. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
ESTRUCTURA CON BASE EMPOTRADA	Estructura constituida mediante pórticos y/o muros portantes, en el cual, estos elementos absorben la mayor fuerza cortante	Se realizó un análisis estático para verificar la regularidad y la respuesta ante cargas estáticas, que se distribuyen en cada nivel de la estructura.	Análisis Estático	- Periodos	Nominal
				- Fuerza Cortante	Nominal
				- Desplazamientos laterales	Nominal
		Se realizó un análisis dinámico donde se aplicó una aceleración espectral a la edificación, siendo reproducida en entresijos condicionada por la masa.	Análisis Dinámico	- Aceleración espectral	Nominal
				- Modos vibratorios	Nominal
				- Masa participativa	Nominal
				- Derivas	Nominal

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
ESTRUCTURA CON BASE AISLADA	Este sistema tiene como estrategia principal desacoplar una edificación del terreno cuando ocurre un sismo, para evitar daños en la misma.	Se realizó el diseño de los aisladores estableciendo datos generales los cuales son obtenidos ya se en base a la información suministrada por algunos fabricantes o por valores estándar los cuales son establecidos gracias a ensayos o pruebas de laboratorio, además de esto se cuenta con los datos propios de la edificación como lo es el peso total, la carga máxima y mínima y el número de aisladores que esta disponga.	Aislador	- Características del Aislador	Nominal
				- Desplazamiento máximo del aislador	Nominal
				- Capacidad de Carga	Nominal
				- Rigidez efectiva.	Nominal
		Se realizó el análisis de fuerzas laterales equivalentes al sistema de aislamiento, para obtener la respuesta de dicha estructura, así como también obtener parámetros del sistema con aisladores.	Análisis por fuerzas equivalentes	- Periodos	Nominal
				- Fuerza Cortante	Nominal
				- Desplazamientos laterales	Nominal
		Se realizó un análisis dinámico donde se aplicó una aceleración espectral a la edificación, siendo reproducida en entrepisos condicionada por la masa.	Análisis Dinámico	- Aceleración espectral	Nominal
				- Modos vibratorios	Nominal
				- Masa participativa	Nominal
- Derivas	Nominal				

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población en la presente investigación, abarcó el conjunto de pabellones pertenecientes a la I.E. Víctor Andrés Belaunde, ubicado en el Jr. Alfonso Ugarte 178, casco urbano, Distrito de Chimbote

2.3.2. Muestra

Se consideró como muestra, el pabellón A de la I.E. Víctor Andrés Belaunde; que se trata de una estructura con categoría A2 y cuenta con 3 pisos.

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnica

Para la realización de esta tesis, se hizo empleo de la técnica de la observación, ya que se registró el comportamiento de ambos modelos estructurales.

2.4.2. Instrumento

Para cumplimiento de la técnica, se tuvo como instrumento una ficha con recojo de datos según las N.T.P - E.020, E. 0.30 y E. 0.60; para verificar si la edificación cumple con los parámetros requeridos en ellas, posteriormente se usó la norma internacional ASCE/SEI7-16 para el análisis de la edificación implementada de aisladores sísmicos, además de utilizar el programa Etabs para el análisis de la estructura con y sin aisladores.

2.4.3. Validez y confiabilidad

En la validación del instrumento, se realizó la técnica de juicio de expertos, la cual consiste en que por lo menos tres ingenieros civiles, ofrezcan sus observaciones y recomendaciones indispensables para poder avalar el mencionado instrumento, comenzando con su empleo.

2.5. Procedimiento

En la presente investigación se procedió con las actividades siguientes:

- Se inició con el reconocimiento de planos de estructuras y de arquitectura del pabellón A, proyectados para su construcción, considerando elementos

estructurales y especificaciones técnicas, los cuales sirvieron para realizar su modelamiento.

- Se hizo un análisis sísmico siguiendo los parámetros del reglamento E.030, dentro de los cuales se comprobó su regularidad tanto en altura como en planta, además de obtener el periodo, cortante, aceleraciones y derivas, las cuales se verificaron para no superar el límite exigido en la norma.
- Como siguiente paso, se llevó a cabo el pre-dimensionamiento de elementos estructurales para el nuevo diseño de la edificación.
- Se realizó el pre-dimensionamiento y diseño del sistema de aislamiento.
- Se hizo el análisis sísmico al edificio con base aislada mediante la norma internacional ASCE/SEI7-16
- Se hizo una comparación de resultados del análisis sísmico del modelo empotrado con el modelo aislado.

2.6. Métodos de análisis de datos

Luego de realizar el análisis sísmico estático y dinámico del edificio con base empotrada y con base aislada, se procedió a hacer una comparación del comportamiento sísmico de ambos modelos mediante cuadros comparativos y así mostrar sus resultados de una mejor manera.

2.7. Aspectos éticos

En esta tesis se consideraron varios aspectos éticos como respeto a la propiedad intelectual contando con el nombre de los autores adecuadamente citados; el respeto al medio ambiente, evitando cualquier clase de prejuicio en el mismo; la responsabilidad social fomentando la utilización modernas técnicas de protección sísmica para edificios esenciales, que podrán ser capaz de resistir sismos severos para beneficio de la población; veracidad de resultados los cuales no deben ser manipulados o alterados.

III. RESULTADOS

3.1. Cuadros comparativos del modelo con base empotrada y el modelo con base aislada

3.1.1. Derivas

Tabla N° 01: Derivas en dirección X-X

Nivel	Derivas en modelo empotrado	Derivas en modelo aislado	Derivas en sismo máximo en modelo aislado
3° Nivel	0.004452	0.0007	0.0015
2° Nivel	0.005532	0.0009	0.0019
1° Nivel	0.006222	0.0008	0.0016

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla N° 02: Derivas en dirección Y-Y

Nivel	Derivas en modelo empotrado	Derivas en modelo aislado	Derivas en sismo máximo en modelo aislado
3° Nivel	0.00380	0.0009	0.0011
2° Nivel	0.002853	0.0010	0.0016
1° Nivel	0.001517	0.0009	0.0020

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Interpretación:

Según los cuadros anteriores, las derivas existentes en el modelo empotrado no sobrepasan el límite de 0.007 como exige el RNE E030, siendo la deriva máxima en esta, de 0.006222.

Asimismo, se observa que, en el modelo aislado, las derivas se reducen en ambas direcciones, siendo 0.001 como máxima deriva; y 0.002 para sismo máximo, teniendo en cuenta que, para edificaciones aisladas, las derivas no deben sobrepasar el valor de 0.003.

3.1.2. Fuerzas cortantes

Tabla N° 03: Cortantes en dirección X-X

Nivel	Fuerza cortante en modelo empotrado	Fuerza cortante en modelo aislado	Fuerza cortante en modelo aislado (Modal)
3° Nivel	41.26285	4.6308	14.005
2° Nivel	49.30725	6.29375	18.975
1° Nivel	53.91025	7.9799	24.01

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla N° 04: Cortantes en dirección Y-Y

Nivel	Fuerza cortante en modelo empotrado	Fuerza cortante en modelo aislado	Fuerza cortante en modelo aislado (Modal)
3° Nivel	50.78905	4.7092	14.195
2° Nivel	59.30945	6.38595	19.165
1° Nivel	62.08645	8.08385	25.19

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Interpretación:

Según los cuadros anteriores, se observa que hay un claro decrecimiento de la fuerza cortante en cada nivel debido a la incorporación de aisladores en la base, los cuales absorben en buena medida el sismo.

En el modelo empotrado, la mayor fuerza cortante se ubica en la dirección Y-Y, con 62.08645 Tn, por el contrario, en el modelo aislado, en análisis modal, la mayor fuerza cortante cuenta con 25.19 Tn. en la misma dirección, disminuyendo un 59.43%

3.1.3. Aceleraciones de entre pisos

Tabla N° 05: Aceleraciones en dirección X-X

Nivel	Modelo empotrado	Modelo aislado (sismo diseño)	Modelo aislado (sismo máximo)	Modelo aislado (E030)
3° Nivel	1.32	0.37	0.57	0.144
2° Nivel	1.06	0.37	0.54	0.142
1° Nivel	0.64	0.37	0.54	0.141

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla N° 06: Aceleraciones en dirección Y-Y

Nivel	Modelo empotrado	Modelo aislado (sismo diseño)	Modelo aislado (sismo máximo)	Modelo aislado (E030)
3° Nivel	1.32	0.35	0.56	0.135
2° Nivel	1.06	0.34	0.55	0.133
1° Nivel	0.64	0.34	0.55	0.132

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Interpretación:

Según los cuadros anteriores, se observa que, al implementar un sistema aislado en la base, hay un descenso de aceleraciones en cada nivel de la estructura, protegiendo todo lo que contiene en ella.

Se aprecia que, en el modelo empotrado, se tiene una aceleración máxima de 1.32, y en el modelo aislado tiene un valor máximo de 0.144, disminuyendo 89%.

Asimismo, se cuenta con aceleraciones máximas de 0.37 y 0.57 en sismo diseño y sismo máximo respectivamente.

IV. DISCUSIÓN

Para el análisis sísmico del modelo empotrado, se comprobó que la estructura tiene regularidad en planta y en altura, debido a ello, el coeficiente de reducción sísmica R , no se vio modificada, por lo que los desplazamientos elásticos se multiplicaron por $0.75(R)$ en función de las alturas de los niveles, verificando que la deriva máxima en el sentido x-x fue de 0.006222 y en el sentido y-y fue de 0.00380. Cumpliendo de esta forma con la norma E.030 la cual exige que las distorsiones o derivas de entrepisos no debe exceder el valor de 0.007.

Para el análisis del modelo aislado, se tuvo en cuenta que es necesario que la estructura se encuentre en un suelo de tipo A, B, C o D según la norma ASCE/SEI7-16, lo que es equivalente en territorio peruano a suelos S0, S1 o S2; y que la edificación no sobrepase los 19.80 m de la altura. Asimismo, se tuvo que hacer una reestructuración de la edificación a una estructura de pórticos en sus dos direcciones para que el sistema de aislamiento trabaje correctamente, y que al realizar el análisis tiempo-historia, se consiguieron una deriva máxima de 0.002. por lo cual estos resultados son satisfactorios ya que la deriva para una edificación aislada, no debe exceder el valor de 0.003.

Según Núñez L. (2014) cuya investigación titulada Aislamiento sísmico de una edificación, tuvo como objetivo el análisis del comportamiento estructural del hospital estructurada convencionalmente, frente a una estructurada con aisladores, concluyendo que las derivas en el edificio sin aislamiento son mayores a las del sistema aislado; reduciendo derivas desde 0.018 a 0.0040, lo que significa una disminución del 78% en relación a la edificación sin aislar. Con relación a este aspecto, coincidimos que es aconsejable el uso de sistemas de aislamiento, porque en nuestra investigación las derivas de la edificación en estudio, se redujeron en un 80%

En la investigación de Zegarra S. (2015), titulada Análisis comparativo de un hospital aislado y no aislado básicamente, tuvo en su objetivo general, comparar estructuralmente un hospital con y sin aisladores, concluyendo que las aceleraciones se ven reducidas en un 60% en el primer nivel y un 93% en el sexto nivel. De la misma manera, esta investigación también obtuvimos valores semejantes, los cuales fueron aceleraciones reducidas en un 77% en el primer nivel, y un 89% en el último nivel.

En la investigación de Chuman y Valladares (2017) titulada Diseño y análisis estructural de un edificio aislado y no aislado sísmicamente, tuvo como objetivo diseñar, analizar y comparar estructuralmente un edificio con aisladores y sin aisladores, concluyendo que la cortante basal se reduce en 25% en el modelo aislado; además que el periodo del edificio aislado se cuadriplica en comparación al del empotrado. Con respecto a esta tesis, nuestros resultados coinciden con la misma, ya que obtuvimos una reducción de cortante basal en un 59%

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis estático en la edificación empotrada, verificando en primer lugar la regularidad estructural, la cual resultó en un edificio regular en planta y en altura, por lo cual su coeficiente de reducción no se cambió.
2. Se determinaron las derivas en el modelo empotrado, resultando como máximo el valor 0.006222, cifra que se encuentra dentro de los límites que nos indica el RNE-030, que es un valor de 0.007.
3. Se hizo la reestructuración de la estructura que constaba de pórticos en la dirección X-X y muros estructurales en la dirección Y-Y; a un sistema aporticado en ambas direcciones, pasando al diseño de aisladores por medio de un análisis por fuerzas equivalentes, obteniendo un diámetro de 400 mm para cada aislador.
4. Se realizó el análisis sísmico a la estructura aislada en comparación con la estructura empotrada, concluyendo que las derivas se reducen en un 74%; las fuerzas cortantes disminuyen hasta en un 59% y las aceleraciones disminuyen en un 89%.
5. Se concluye, que al usar un sistema de aislamiento en el pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde, las demandas sísmicas en la estructura disminuyen significativamente, lo que representa un buen comportamiento en la misma, minimizando los daños que pueda ocasionar un eventual sismo de gran intensidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con este trabajo se trata de concientizar y motivar a futuros investigadores a dar a conocer este método sismorresistente y evaluar edificios esenciales o que alberguen grandes números de personas, implementando aisladores, ya que es de gran importancia, más en una zona como la nuestra.
2. Se recomienda a futuros investigadores a evaluar este método de aislamiento en edificaciones con irregularidades extremas para cerciorarse del desempeño de los aisladores, y así tener registros más amplios de este sistema.
3. En el diseño de sistemas de aislamiento basal, se recomienda tomar en consideración el desplazamiento de la misma en un sismo, con respecto a edificios ubicados a su alrededor, ya que la estructura aislada debe desplazarse lateralmente sin inconvenientes.
4. Se recomienda a las entidades que, en futuros proyectos de edificaciones esenciales, implementen el sistema de aislamiento basal, ya que es necesario para nuestra zona.

REFERENCIAS

1. ADIBRAMEZANI, Mohammad, MOGHADAM, Abdolreza y ZIYAEIFAR, Mansour. Assesment of a Technique for the Torsional Response Reduction of Seismic Isolated Asymmetric Structures. *Journal of Applied Sciences*, 9 (15): 2653-2670, diciembre 2009.
ISSN: 1812-5654
2. ALIAGA, Javier y VÁSQUEZ, José. Análisis comparativo del diseño estructural aplicando la norma sismorresistente vigente y el proyecto de norma, para el proyecto Hospital UPAO en la ciudad de Trujillo. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2015. 325 pp.
3. AMERICAN Society of Civil Engineers (USA). ASCE/SEI 7-16: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. Virginia: ASCE, 2016. 889 pp.
4. ANDERS, Erik. Seismic base isolation: A five-story building example. Tesis (Magister en Ingeniería). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, 1999. 59 pp.
5. BORDA, Luis y PASTOR, Adolfo. Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2007. 66 pp.
6. CÁCERES, Yosep y AQUINO, Carlos. Aislamiento Sísmico de un Hospital de 4 pisos en la Región de Arequipa. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 279 pp.
7. CARPIO, Bruno. Análisis comparativo de una edificación aporticada con y sin aislación sísmica mediante el método estatico no lineal – caso Hospital Pichanaqui, Junin en el 2017. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 150 pp.
8. CAXI, Brian. La eficiencia de los aisladores sísmicos aplicado en el mega laboratorio clínico universitario de salud humana. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 271 pp.
9. CHUMAN, Ayrton y VALLADARES, Cristopher. Análisis y Diseño Estructural Comparativo de una Edificación de Quince Niveles, Con y Sin Aisladores Sísmicos Elastoméricos con Núcleo de Plomo, ubicada en el Distrito de Pimentel. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martin de Porres, 2017. 241 pp.

10. HIGASHINO, Masahiko y OKAMOTO, Shin. Response control and seismic isolation of buildings. London and New York: Taylor & Francis, 2006. 498 pp.
ISBN: 0203018869
11. HUANCA, Jhessenia y MELENDEZ, Marielena. Análisis dinámico modal espectral de una edificación convencional y otra con aisladores sísmicos a nivel intermedio de la estructura en la ciudad de Tacna. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, 2016. 140 pp.
12. KABEER, Syed y KUMAR, Sanjeev. Comparison of Two Similar Buildings with and without Base Isolation. International Journal of Advance research, Ideas and Innovations in technology, 1 (1): 8 pp, octubre 2014.
13. KIRCHER, Charles. Seismically isolated structures. En: FEMA 451. NEHRP Recommended Provisions: Design Examples. Washington, D.C.: Building Seismic Safety Council, 2006. pp. 741-788.
14. LEMA, Edith. Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el Etabs. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, 2013. 242 pp.
15. LUQUE, Melanio. Evaluación del desempeño estructural con sistemas de aislamiento de base para el edificio 15 niveles de la ciudad universitaria de Puno. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 235 pp.
16. MANARBEEK, Saruar. Study of base isolation systems. Tesis (Magister en Ingeniería). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, 2013. 73 pp.
17. MAYES, Ronald. Design of Structures with Seismic Isolation. En: NAEIM, Farzad. The seismic design handbook. 2.a ed. USA: Springer Science+Business Media New York, 2001. pp. 723-755.
ISBN: 9781461356813
18. MENDO, Arnold. Bases para la Implementación de la Norma Peruana de Análisis y Diseño de Edificios con Aislación Sísmica. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015. 162 pp.

19. MESTANZA, Jorge. Análisis de una edificación mediante un sistema propuesto de aislamiento sísmico del tipo péndulo friccional. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2015. 156 pp.
20. MEZA, Zutner. Análisis y Diseño de un Hospital con Aisladores Elastoméricos en el Perú. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 316 pp.
21. MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Lima: 2018. 32 pp.
22. MONFARED, Hossein, SHIRVANI, Ayoub y NWAUBANI, Sunny. An investigation into the seismic base isolation from practical perspective. *International Journal of Civil and Structural Engineering*, 3 (3): 451-463, marzo 2013.
ISSN: 0976-4399
23. NAEIM, Farzad y KELLY, James. Design of seismic isolated structures: From theory to practice. USA: John Wiley & Sons, Inc. 1999. 296 pp.
ISBN: 0471149217
24. NÚÑEZ, Leidy. Aislación Sísmica de un Edificio (Análisis Comparativo del Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional). Tesis (grado de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, 2014. 292 pp.
25. PATIL, Sangram y REDDY, Ramya. State of art review – base isolation systems for structures. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2 (7): 438-453, julio 2012.
ISSN: 2250-2459
26. PRETELL, Paul. Análisis sismorresistente utilizando aisladores sísmicos en un edificio multifamiliar de 9 pisos en la urb. San Andrés Distrito de Trujillo. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 125 pp.
27. REYNA, Alisson. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 122 pp.

28. REIDAR, Nicholas. Seismic performance comparison of a fixed-base versus a base-isolated office building. Tesis (Magister en Ingeniería). California: Faculty of California Polytechnic State University, 2013. 227 pp.
29. RUIZ, Paul. Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de pendulo friccional doble y triple. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017. 122 pp.
30. SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5.a ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2010. 656 pp.
ISBN: 9786071502919
31. SIMPLIFIED design guidelines for seismic base isolation in multi-storey buildings for Bangladesh National Building Code (BNBC) por Saiful Islam [et al]. International Journal of the Physical Sciences, 6 (23): 5467-5486, octubre 2011.
ISSN: 1992-1950
32. SKINNER, Ivan, KELLY, Trevor y ROBINSON, Bill. Seismic isolation for designers and structural engineers. USA: Holmes Consulting Group, s.f. 387 pp.
33. SORIANO, José. Comparación de la respuesta estructural del pabellón A de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2014. 219 pp.
34. TAPIA, Christian y VELETANGA, Luis. Diseño de aisladores sísmicos LRB y análisis por desempeño de edificios. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, 2017. 149 pp.
35. TRENDS in research and design of structures with seismic protection systems por Juan Carlos de la Llera [et al]. Sanatiago: XI Congreso Chileno de sismología e ingeniería sísmica, 2015. 29 pp.
36. TRUJILLO, Erik. Diseño Integral de Estructuras con Sistema de Aislación Sísmica Aplicado a un Edificio de Concreto Armado. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 252 pp.
37. VALERIO, Jacob. Análisis Comparativo de un Edificio Fijo en la Base vs un Edificio Aislado Utilizando 4 Tipos de Aisladores Sísmicos. Tesis (Magister en Ingeniería

- Estructural y de la Construcción). Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports, 2015. 160 pp.
38. WILES, Jessica. An overview of the technology and design of base isolated buildings in high seismic regions in the United States. Tesis (Magister en Ingeniería). Manhattan: Kansas State University, Department of Architectural Engineering and Construction Science, 2008. 106 pp.
39. ZEGARRA, Sebastián. Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de una Edificación Hospitalaria con Aislación y Sin Aislación Sísmica de Base. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2015. 171 pp.
40. ZURITA, Lushing. Análisis comparativo entre una edificación de mediana altura diseñada con un sistema estructural convencional y con aisladores sísmicos. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. 185 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

“Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Áncash – 2019”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En todo el mundo desde siempre han ocurrido movimientos telúricos, siendo varios de ellos, de considerables dimensiones, principalmente zonas con altas actividades sísmicas, dentro de las cuales se encuentra Perú; generando que la comunidad científica busque alternativas de solución con el fin de impedir que las estructuras colapsen, evitando perjuicios económicos y humanos (Zegarra, 2015, p. 1).

En nuestro país, a pesar de tener zonas con un elevado índice de actividad sísmica, la utilización de innovadores métodos de protección sísmica no tiene mucha difusión como, por ejemplo, la implementación de sistemas de aislamiento basal en las edificaciones, que tienen capacidad para reducir considerablemente el daño en una edificación ante un sismo de gran intensidad (Huanca y Meléndez, 2016, p. 3).

Actualmente es menester la utilización de modernos sistemas de amortiguamiento sísmico, debido a que las edificaciones construidas convencionalmente podrían ser proyectadas para tolerar ligeros movimientos sísmicos, en cambio, frente a sismos con una mayor magnitud, poseen comportamientos deficientes (Mestanza, 2015, p. 9).

Este es un tema que se ajusta al edificio en análisis en esta tesis, ya que es una edificación esencial que se encuentra en una zona con un alto índice de ocurrencia de sismos, y que buscamos la implementación de aisladores sísmicos a dicha edificación, con el fin de que además de tener un adecuado desempeño sismorresistente, se mantenga operando sin presentar daños, luego de alguna actividad sísmica de considerable escala, salvaguardando vidas en su interior.

VARIABLE	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	JUSTIFICACIÓN
ESTRUCTURA CON BASE EMPOTRADA	¿Cuál será el resultado del análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón "A" de la institución educativa Víctor	<p>General: Realizar el análisis comparativo del comportamiento sísmico del Pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada.</p>	Esta investigación no tiene hipótesis	ANÁLISIS ESTÁTICO	Periodo. Fuerza cortante. Desplazamientos laterales.	<p>Esta investigación tiene la justificación de entregar conocimiento y fomentar novedosas opciones para la protección sísmica, como el uso de sistemas de aislación en estructuras.</p> <p>Técnicamente, esta tesis busca contribuir a soluciones a la alta actividad de sismos, que son causantes del colapso estructural en todo el mundo, ya sea total o parcial. Y que, al tratarse de un edificio esencial, su funcionamiento deberá seguir con normalidad luego de eventos sísmicos.</p> <p>En perspectiva económica, implementar aisladores sísmicos, inicialmente incrementaría su coste, sin embargo, se ahorrarían gastos en reconstrucción del edificio, ya que este no se perjudicaría después de algún desastre sísmico.</p> <p>Socialmente hablando, por ser un colegio la presente edificación en estudio y por albergar numerosas personas, éstas podrían resultar ilesas ante un eventual desastre. Asimismo, podría servir de refugio para personas damnificadas.</p>
ESTRUCTURA CON BASE AISLADA	Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada?	<p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar el pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada, mediante análisis estático y dinámico según la N.T.P. E-030 		ANÁLISIS DINÁMICO	Aceleración espectral. Modos vibratorios. Masa participativa. Derivas.	
		<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el diseño de los Aisladores Sísmicos para el pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde. - Evaluar el pabellón A de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base aislada, según la norma ASCE/SEI7-16 		AISLADOR	Características del aislador. Desplazamiento máximo del aislador. Capacidad de carga. Rigidez efectiva.	

**ANEXO 2:
INSTRUMENTO**

INSTRUMENTO: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Datos Generales:

1.1. Tesis: “Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Áncash – 2019.”

1.2. Autores: Guevara Calvo Miguel Andree y Salazar Valverde Robert Jean Carlo

1.3. Fecha: octubre - 2018

1.4. Dirección: Jirón Alfonso Ugarte 178

1.5. Distrito: Chimbote

1.6. Provincia: Santa

1.7 Región: Áncash

1.8. Área del Proyecto: 235 m²

1.9. Número de Pisos: 3 niveles

1.10. Normas:

- NTP.E020.
- NTP.E030.
- NTP.E060.

1.11. Croquis de ubicación:



2. Parametros Sísmicos (Norma E.030)						
2.1. Zona Sísmica	Z1		2.4. Categoría de la Edificación	A	A1	
	Z2			A2	X	
	Z3			B		
	Z4	X		C		
2.2. Perfil de Suelo	S1		2.5. Sistema estructural	D		
	S2	X		Dual	X	
	S3			Albañilería		
	S4			Aporticada		
2.3. Periodos	Tp	0.6		Muros estructurales		
	TL	2.0				
Dimensiones Típicas de Elementos (m)						
1er nivel						
COLUMNAS	VIGAS		ESPESOR DE MUROS	LOSAS		
C1-L: 1.0x0.50x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.30 C-4: 0.40x0.25	VP-100: 0.30x0.60 VS-100: 0.25x0.50 VA-100: 0.25x0.60		E1= 0.15m E2= 0.25m	Aligerado e= 0.20m		
2do nivel						
C1-L: 1.0x0.50x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.30 C-4: 0.40x0.25	VP-200: 0.30x0.60 VS-200: 0.25x0.50 VA-200: 0.25x0.60		E1= 0.15m E2= 0.25m	Aligerado e= 0.20m		
3er nivel						
C1-L: 1.0x0.50x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.25 C2-T: 1.0x0.25x0.30 C-4: 0.40x0.25	VP-300: 0.30x0.60 VS-300: 0.25x0.50 VA-300: 0.25x0.60		E1= 0.15m E2= 0.25m	Aligerado e= 0.20m		

3.Cargas (Norma E.020)	
3.1. Cargas Muertas	
Peso específico del Concreto Armado	2400 kg/cm ³
Peso del ladrillo kg/cm²	1800 kg/cm ³
Losa e= 0.20 m	300 kg/cm ²
3.2. Carga Viva o Sobrecarga	
Uso: aulas	250 kg/cm ²
Uso: corredor	400 kg/cm ²

4.Parámetros estructurales		
4.1. Concreto para la estructura	Resistencia a la compresión (f'c):	210 kg/cm ²
	Módulo de elasticidad	217370.65 kg/cm ²
4.2. Acero de Refuerzo	Fluencia del Acero (Fy):	4200 kg/cm ²
	Módulo de elasticidad	2000000 kg/cm ²

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES NTP.E030.		
4.3. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA		
	PRESENTA	NO PRESENTA
4.3.1 Irregularidad de Rigidez - Piso blando		X
4.3.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil		X
4.3.3 Irregularidad Extrema de Rigidez		X
4.3.4 Irregularidad Extrema de Resistencia		X
4.3.5 Irregularidad de Masa o Peso		X
4.3.6 Irregularidad Geométrica Vertical		X
4.3.7 Discontinuidad en los Sistemas Resistentes		X
4.3.8. Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes		X

4.4. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA		
	PRESENTA	NO PRESENTA
4.4.1 Irregularidad Torsional		X
4.4.2 Irregularidad Torsional Extrema		X
4.4.3 Esquinas Entrantes		X
4.4.4 Discontinuidad del Diafragma		X
4.4.5 Sistemas No Paralelos		X

5.Sistema De Aislación:

- Base Isolation of structures: Design Guidelines, Holmes Consulting Group
- ASCE 7-16: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

5.1. Características del caucho	HDR	Unidades
Dureza del caucho (IRHD):	40	-
Módulo de Elasticidad (E):	1.5	Mpa
Modulo por Cizallamiento al Corte (G):	0.45	Mpa
Constante Del Material (K):	0.85	-
Tensión Máxima Admisible a Compresión	80	Kg/cm2

5.2. Dimensiones mínimas del aislador	HDR	Unidades
Carga axial máxima esperada (Pu):	100	Ton
Rigidez optima del prediseño (Keff):	12.81	Ton/m
Diámetro mínimo del caucho(D):	400	mm
Altura mínima del caucho (Hr)	240	mm

5.3. Características finales del aislador	HDR	Unidades
Diámetro del aislador (D)	400	mm
Numero de capas del neopreno (ni):	30	-
Espesor de capas del neopreno (hi)	8	mm
Espesor de la plancha de acero (ts):	3	mm
Altura total del neopreno (h):	240	mm
Numero de aisladores (N):	18	-

**ANEXO 3: VALIDACIÓN
POR JUICIO DE
EXPERTOS**

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Daniel Albert Díaz Beteta, titular del
 DNI N° 40967616, de profesión Ingeniero Civil,
 ejerciendo actualmente como Docente universitario, en la Institución
Universidad César Vallejo SAC.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha de recolección de datos), para efectos de su aplicación a la tesis titulada "Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón "A" de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Áncash - 2019", de autoría de los tesisistas Guevara Calvo Miguel Andree y Salazar Valverde Robert Jean Carlo, de la Universidad Cesar Vallejo.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 26 días del mes de Noviembre del 2018


DANIEL ALBERT DIAZ BETETA
 ING. CIVIL
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 115294

Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Datos Generales	B	-
2	Parámetros Sísmicos	B	-
3	Cargas	B	-
4	Parámetros Estructurales	B	-
5	Sistema de Aislación	B	-

Evaluated por:

Nombre y Apellido: Daniel Albert Díaz Beteta

DNI: 40967616

Firma: 

DANIEL ALBERT DIAZ BETETA
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 115294

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Edgar Wilson Rodriguez Chuquino, titular del
 DNI N° 32732114, de profesión Ingeniero Civil,
 ejerciendo actualmente como Sub Gerente de Obras Publicas, en la Institución
Municipalidad Provincial del Santa.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha de recolección de datos), para efectos de su aplicación a la tesis titulada "Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón "A" de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Áncash - 2019", de autoría de los tesisistas Guevara Calvo Miguel Andree y Salazar Valverde Robert Jean Carlo, de la Universidad Cesar Vallejo.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento		X		
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
pertinencia			X	

En Chimbote, a los 04 días del mes de diciembre del 2018


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA
 SUB GERENCIA DE OBRAS PUBLICAS
Edgar Wilson Rodriguez Chuquino
 Ing. Edgar Rodríguez Chuquino
 SUB GERENTE (a)
 Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Datos Generales	B	-
2	Parámetros Sísmicos	B	-
3	Cargas	B	-
4	Parámetros Estructurales	B	-
5	Sistema de Aislación	B	-

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Edgar Wilson Rodríguez Chuquino

DNI: 32732114


Firma: Ing. Edgar Rodríguez Chuquino
SUB GERENTE (M)

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, SERGIO FRANCO VALENTINO MEJIA CABRERA, titular del DNI N° 43885869, de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como JEFE DEL DEPARTAMENTO DE LIQUIDACIONES, en la Institución MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha de recolección de datos), para efectos de su aplicación a la tesis titulada "Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón "A" de la institución educativa Víctor Andrés Belaunde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Áncash - 2019", de autoría de los tesisistas Guevara Calvo Miguel Andree y Salazar Valverde Robert Jean Carlo, de la Universidad Cesar Vallejo.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión			X	
pertinencia			X	

En Chimbote, a los 04 días del mes de DICIEMBRE del 2018

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA
CHIMBOTE**
Ing. Franco Mejía Cabrera
JEFE DE DEPARTAMENTO DE LIQUIDACION DE OBRAS
Y ORGANIZACIÓN
CIP. Nº 118287

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente B = Bueno M = Mejorar X = Eliminar C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Datos Generales	B	-
2	Parámetros Sísmicos	B	-
3	Cargas	B	-
4	Parámetros Estructurales	B	-
5	Sistema de Aislación	B	-

Evaluated por:

Nombre y Apellido: SERGIO FRANCO VALENTINO MEJIA CABRERA

DNI: 43835869

Firma:

 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA
CHIMOTE
Ing. Franco Mejía Cabrera
JEFE DE DEPARTAMENTO DE LICITACION DE OBRAS
Y ORGANIZACIÓN
CIP. N° 163287

**ANEXO 4: ANÁLISIS
SÍSMICO DEL MODELO
EMPOTRADO**

1. Análisis Estático de un sistema con base empotrada

Especificaciones:

- **Concreto:**

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Tanto para vigas columnas, losas y placas, Según planos de la institución educativa “Victor Andrés Belaunde”

- **Módulo de Elasticidad:**

$E_s = 15000 \sqrt{210} = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$

- **Peso Específico:**

$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

- **Acero:**

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo a la Fluencia Del Acero

$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$

Peso Especifico

$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad

- **Cargas:**

Concreto Armado: 2400 Kg/m³

Albañilería Confinada: 1800 Kg/m²

Aligerado Convencional (h=20cm): 300 Kg/m²

Piso Terminado (0.05m): 100kg/m²

Peso Por Tabiquería Móvil: 150 Kg/m²

- **Sobrecargas:**

Zona de Ambientes de uso aulas: 250 kg/m²

Zona de Ambientes de uso corredores: 400 kg/m²

Zona de Ambiente de uso Azotea: 100 Kg/m²

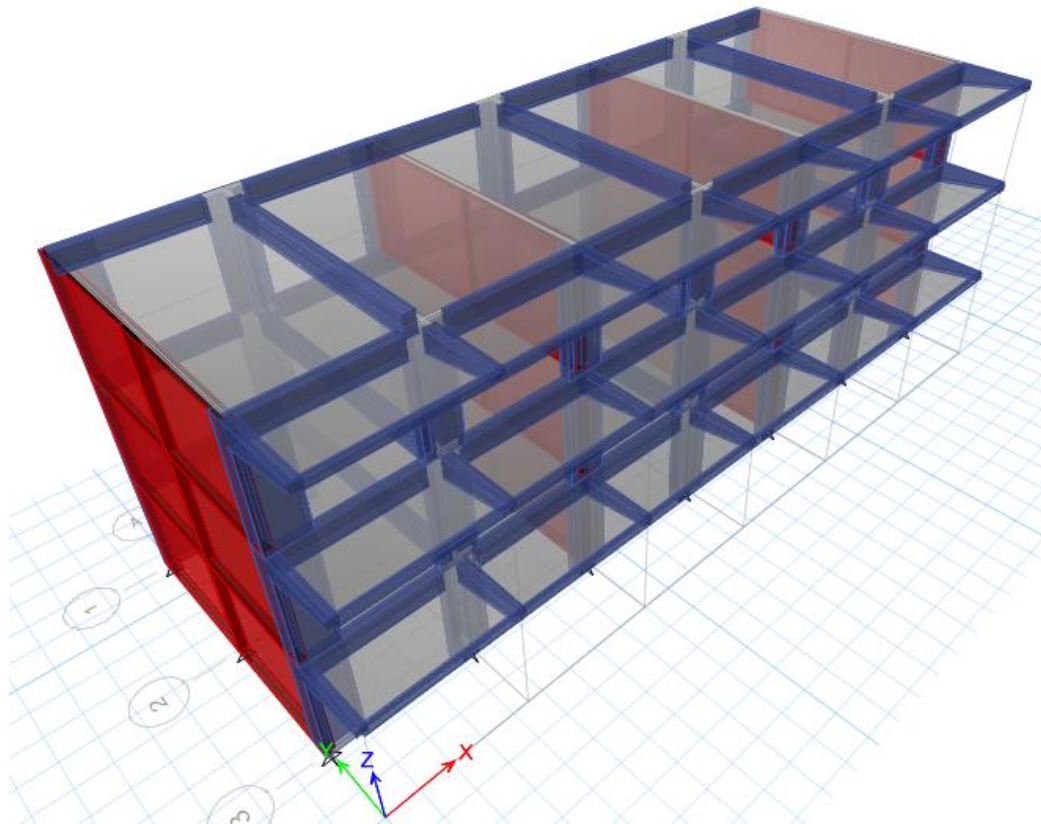


Figura 1: Modelo Computarizado Del edificio Empotrado.

HOJA DE CÁLCULO PARA ANÁLISIS ESTÁTICO , DINÁMICO , VERIFICACIÓN DE CORTANTE DINÁMICA RESPECTO A LA ESTÁTICA Y DERIVAS DE ENTREPISO - PARA EL COLEGIO "VICTOR ANDRES BELAUNDE" - Sistema Empotrado

1.0 ANALISIS ESTATICO

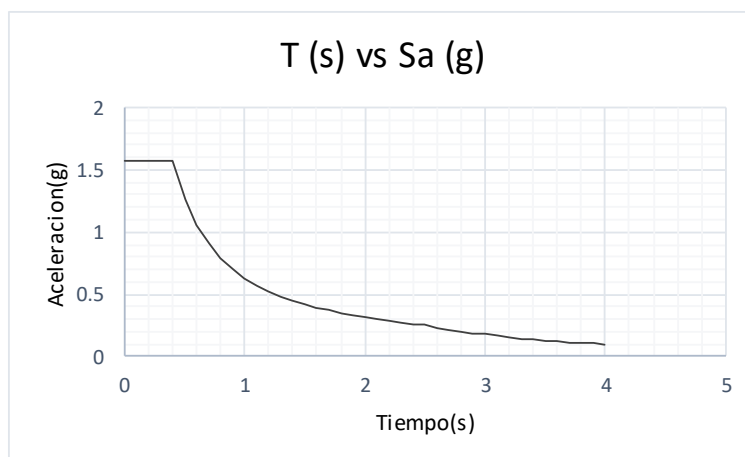
PARAMETROS

Z	0.45	g	Zonificacion
U	1.5		Uso de la edificacion
Hn	10.5	m	Atura total de la edificación
Ct	60		Duales CA°
T	0.175	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
Ia	1		Irregularidad en Altura
Ip	1		Irregularidad en Planta
C	2.500		Coficiente Sismico
R	7		Factor de Reduccion: Duales CA°
ZUSC/R	0.253		Factor para el analsis estatico
k	1.000		Factor K

2.0 ANALISIS DINAMICO

PARAMETROS

Z	0.45	g	Zonificacion : Zona 4
U	1.5		Uso de la edificacion: Especial
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para el factor C desplazamiento
R	7		Factor de Reduccion : Duales CA°



3.0 ANALISIS ESTATICO SEGÚN PERIODO DEL ANALISIS MODAL**Direccion X-X**

Z	0.45	g	Zonificacion Zona 4
U	1.5		Uso de la edificacion
T	0.42	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
C	2.50		Coeficiente Sismico
Ia	1		Irregularidad en Altura
Ip	1		Irregularidad en Planta
R	7		Factor de Reduccion: Duales CA°
ZUSC/R	0.253		Factor para el analsis estatico
k	1.000		Factor K

4.0 ANALISIS ESTATICO SEGÚN PERIODO DEL ANALISIS MODAL**Direccion Y-Y**

Z	0.45	g	Zonificacion Zona 4
U	1.5		Uso de la edificacion . Comun
T	0.34	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
C	2.50		Coeficiente Sismico
R	7		Factor de Reduccion: Duales CA°
ZUSC/R	0.253		Factor para el analsis estatico
k	1.000		Factor K

**5.0 VERIFICACION DE CORTANTE DINAMICA CON RESPECTO A LA ESTATICA REGULAR
(80%)**

DIRECCION X-X			
SEstaticoX	77.3977	F.E _x	1.14854
SX Max	53.9103	F.E _x	Escalar
DIRECCION Y-Y			
SEstaticoY	85.6741	F.E _y	1.103933
SY Max	62.0865	F.E _y	Escalar

6.0 VERIFICACIONES DE DERIVAS					
DIRECCION X-X					
Niveles	H	X-X dir	0.75*R(Regular)	Limite (E030)	Verificacion
Nivel 3	3.35	0.00085	0.004452	0.007	Cumple
Nivel 2	3.35	0.00105	0.005532	0.007	Cumple
Nivel 1	3.35	0.00119	0.006222	0.007	Cumple
DIRECCION Y-Y					
Niveles	H	Y-Y dir	0.75*R(Regular)	Limite (E030)	Verificacion
Nivel 3	3.35	0.00072	0.00380	0.007	Cumple
Nivel 2	3.35	0.00054	0.00285	0.007	Cumple
Nivel 1	3.35	0.00029	0.00152	0.007	Cumple

Cuadros de irregularidades:

Tabla 1: Irregularidad de resistencia débil en x

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA DEBIL EN X						
Niveles	SEstatico X	Cortante vx	Cortante vx	80%	0.65%v	Verificación
Piso 3	SX	-15.1881	15.1881	12.15048	9.872265	Regular
Piso 2	SX	-67.2507	67.2507	53.80056	43.712955	Regular
Piso1	SX	-93.2821	93.2821	74.62568	60.633365	Regular

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla 2: Irregularidad de resistencia débil en y

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA DEBIL EN Y						
Niveles	SEstatico Y	Cortante vy	Cortante vy	80%	0.65%v	Verificación
Piso 3	SY	-36.1718	36.1718	28.93744	23.51167	Regular
Piso 2	SY	-172.4714	172.4714	137.97712	112.10641	Regular
Piso1	SY	-240.6212	240.6212	192.49696	156.40378	Regular

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla 3: Irregularidad de masa o peso

IRREGULARIDAD DE MASA O PESO							
Niveles	DIAFRAGMA	MASA tonfs²/m	X Mass Center m	Y Mass Center m	PESO (Ton)	1.5 el Peso del piso superior	VERIFICACION
Piso 3	D3	1.58012	11.64	4.8875	110.00		
Piso 2	D2	3.87895	11.64	4.4462	120.14	1.09	REGULAR
Piso1	D1	4.27895	11.64	4.4462	150.66	1.25	REGULAR

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla 4: Irregularidad Torsional en X

Niveles	Diafragma	Dirección X	Desp X	Desp. Relativos	Hl. Entrepiso	Deriva	50% Norma	Verificación
Piso 3	D3	SEstaticoX	0.013681	0.0034287	3.35	0.00052	0.0035	No Aplica
Piso 2	D2	SEstaticoX	0.011936	0.0013793	3.35	0.00220	0.0035	No Aplica
Piso1	D1	SEstaticoX	0.004578	0.0024368	3.35	0.00137	0.0035	No Aplica

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Tabla 5: Irregularidad Torsional en Y

Niveles	Diafragma	Dirección X	Desp X	Desp. Relativos	Hl. Entrepiso	Deriva	50% Norma	Verificación
Piso 3	D3	SEstaticoY	0.005648	0.002235	3.35	0.00056	0.0035	No Aplica
Piso 2	D2	SEstaticoY	0.003763	0.002019	3.35	0.00031	0.0035	No Aplica
Piso1	D1	SEstaticoY	0.002731	0.001837	3.35	0.00082	0.0035	No Aplica

Fuente: Elaboración propia según reporte de programa computacional

Recordemos que por el tipo de estructura y por la zona donde está ubicada, la NTP E.030 no permite irregularidades en la misma.

ANEXO 5: DISEÑO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

HOJA DE CALCULO PARA PREDIMENSIONAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA Y DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

1.0 REQUISITOS GEOMETRICOS

Long Corta	B	7.9	m
Long Larga	L	23.5	m
Altura	H	10.05	m
Condicion 1	$B < L$	$7.9 < 23.5$	m
Condicion 2	$(H / B) < 3$	1.27	
Verificaciones			
Condicion 1	Verifica		
Condicion 2	Verifica		

Se puede aislar cumpliendo estas 2 condiciones

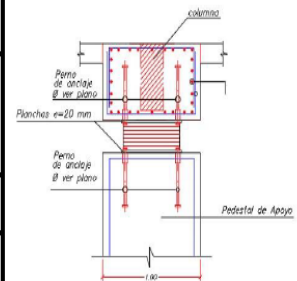
2.0 PREDIMENSIONAMIENTO PARA LA SUPERESTRUCTURA

columna	Predimensionamiento de columnas							
	CARGAS DE SERVICIO				Area necesaria	Dimensiones Propuestas		Area Dada(cm2)
	Nivel	Area Tributaria	Numero de Pisos	P serv(kg/cm2)	$A=P(Serv)/0.35*f_c$ cm2	L1 (cm2)	L1 (cm2)	
C1	1 AL 3	10.53	3	1000	657.14	35	35	1225

eje	PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS					Comentarios
	Luz libre	$h=L/10$ (m)	$h=L/12$ (m)	h elegido (m)	bw elegido (m)	
X-X	3.95	0.395	0.329	50	0.3	Se considero peralte de 50 para controlar las distorsiones de entrepiso
Y-Y	4	0.400	0.333	50	0.3	

3.0 PREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

Predimensionamiento de Vigas del Aislamiento Superior			Comentarios
eje	h elegido (m)	bw elegido (m)	
X-X	0.8	0.3	Dimensiones Tentativas , suceptible a modificacion
Y-Y	0.8	0.3	
PREDIMENSIONAMIENTO DE PEDESTALES			Comentarios
Elemento	Seccion	Altura (H)	
PEDESTAL	Cuadrada de 100cmx100cm	10 mayor que las vigas, 100cm	Dimensiones Tentativas , suceptible a modificacion



4.0 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS MACIZAS EN EL SISTEMA DE AISLAMIENTO

e = Perimetro / 180			
a	7	m	Comentarios
b	6.5	m	
Perimetro	27	m	
e	0.15	m	Se considero 20 cm de manera conservadora , debido alas cargas actuantes
espesor elegido	0.2	m	

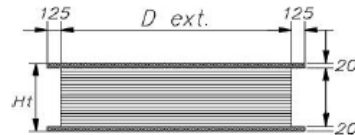
HOJA DE CALCULO PARA DISEÑO DE AISLADORES ELASTOMERICOS HDR Y PROPIEDADES

1.0 Propiedades del Caucho

IRHD	40		Dureza del Caucho
E	1.5	Mpa	Modulo de Elasticidad
G	0.45	Mpa	Modulo por Cizallamiento al Corte
K	0.85		Constante del Material
σ_{AC}	80	kg/cm ²	Tension Maxima Admisible a compresion

2.0 DISEÑO PRELIMINAR

Siglas	HDR-1	Unidad	Descripcion
P	32.74	Ton	Peso sismico
Masa	3.34	tn.s ² /m	Masa
K_{eff}	12.81	Ton/m	Rigidez efectiva del aislador
ξ	15%	-	Amortiguamiento
Converge	0%	0%	Convergencia

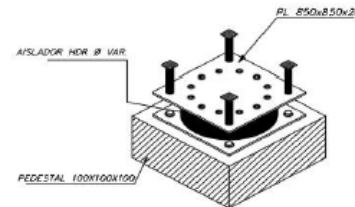


3.0 PREDISEÑO DE LOS AISLADORES ELASTOMERICOS

Siglas	HDR-1	Unidad	Descripcion
P_u	100	Ton	Carga Actuante Maxima (1.5CM+1.25CV)
K_{eff}	12.81	Ton/m	Rigidez efectiva de Aislador
D	40	cm	Diametro preliminar del aislador
A	1178	cm ²	Area del aislador
H_r	42.20	cm	Altura preliminar del aislador

4.0 DISEÑO DE AISLADORES

Siglas	HDR-1	Unidad	Descripcion
D	400	mm	Diametro del Aislador
n	30	-	Numero de Capas del caucho
T_r	8	mm	Espesor de capas del caucho
T_s	3	mm	Espesor de la plancha de acero
H_r	240	mm	Altura total del caucho
H_{total}	367	mm	Altura Total del aislador



5.0 PROPIEDADES LINEALES DE LOS ELASTOMERICOS

Siglas	HDR-1	Unidad	Descripcion
N	18	-	Cantidad de elastomericos
M	3.34	Tn.s ² /m	Masa promedio que soport un aislador
K_{eff}	12.81	Tn/m	Rigidez Efectiva de un aislador
K_v	6059.99	Tn/m	Rigidez Vertical de un aislador
C_b	1.962	Tn.s/m	Coficiente de Amortiguamiento
ξ	15%	-	Amortiguamiento efectivo
B_d	1.35	-	Coficiente de amortiguamiento efectivo

6.0 PROPIEDADES NO LINEALES DE LOS ELASTOMERICOS ANALISIS TIEMPO HISTORIA

Siglas	HDR-1	Unidad	Descripcion
α	10	-	Relacion de Rigideces k_1/k_2
D_y	0.024	m	Deformacion elastica
K_2	17.141	Tn/m	Rigidez Post Fluencia
k_1	171.41	Tn/m	Rigidez antes de la fluencia
F_y	4.11	Tn/m	Fuerza de Fluencia
Q	3.70	Ton	Fuerza caracteristica
k_2/k_1	0.1	-	Ratio de Rigideces

**ANEXO 6: MODELADO
DE AISLADORES Y
ANÁLISIS SÍSMICO DEL
MODELO AISLADO**

Estructura Colegio Belaunde sistema Aporticado Aislado

El Colegio Víctor Andrés Belaunde, estaba compuesto originalmente por un sistema de albañilería y un sistema aporticado, ya que estamos en una zona de alta sismicidad, fue necesario incorporar ambos para controlar las derivas.

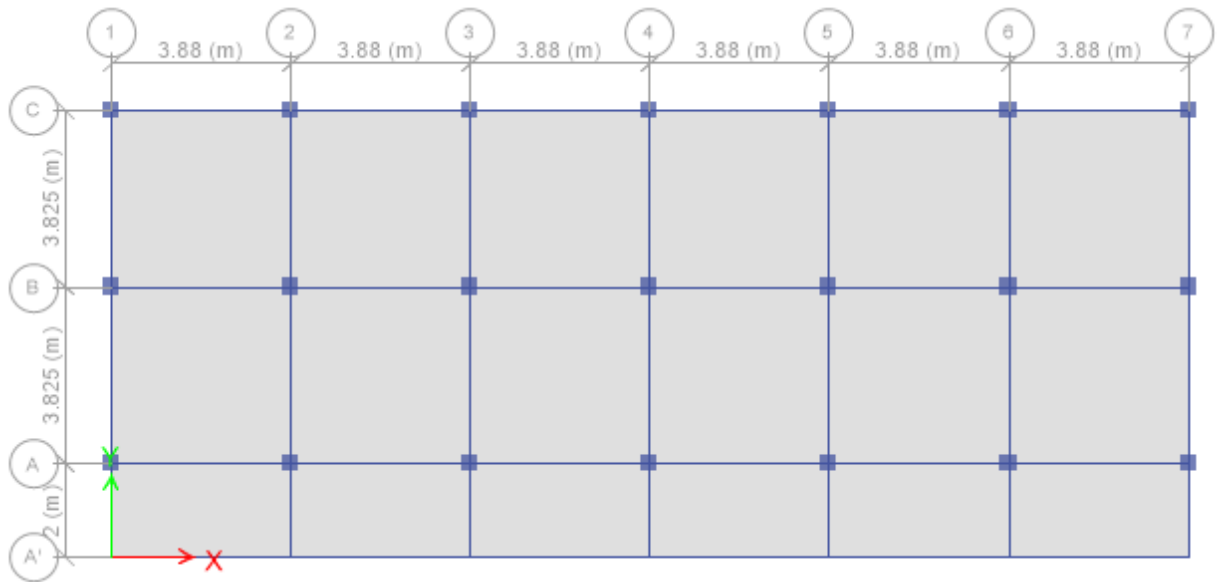


Figura 1: Colegio Belaunde – Pabellón “A”

Reestructuración del Colegio Víctor Andrés Belaunde

La reestructuración del Colegio Víctor Andrés Belaunde fue acoplado a un sistema aporticado

Las tabiquerías y losas se mantienen tal cual el proyecto original,

Las vigas y columnas serán rediseñadas

Luego de la reestructuración se incorporará los aisladores

Especificaciones:

- **Concreto:**

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Tanto para vigas columnas, losas y placas, Según planos de la institución educativa “Victor Andrés Belaunde”

- **Cargas:**

Concreto Armado: 2400 Kg/m³

Aligerado Convencional (h=20cm): 300 Kg/m²

Peso Por Tabiquería Móvil: 150 Kg/m²

Piso Terminado (0.05m): 100kg/m²

Sobrecargas:

- Zona de Ambientes de uso aulas: 250 kg/m²
- Zona de Ambiente de uso Azotea: 100 Kg/m²

**HOJA DE CÁLCULO PARA ANÁLISIS ESTÁTICO , DINÁMICO , VERIFICACIÓN DE
CORTANTE DINÁMICA RESPECTO A LA ESTÁTICA Y DERIVAS DE ENTREPISO - PARA
EL COLEGIO VICTOR ANDRES BELAUNDE - Sistema Aporticado Aislado**

1.0 ANÁLISIS ESTÁTICO

PARAMETROS

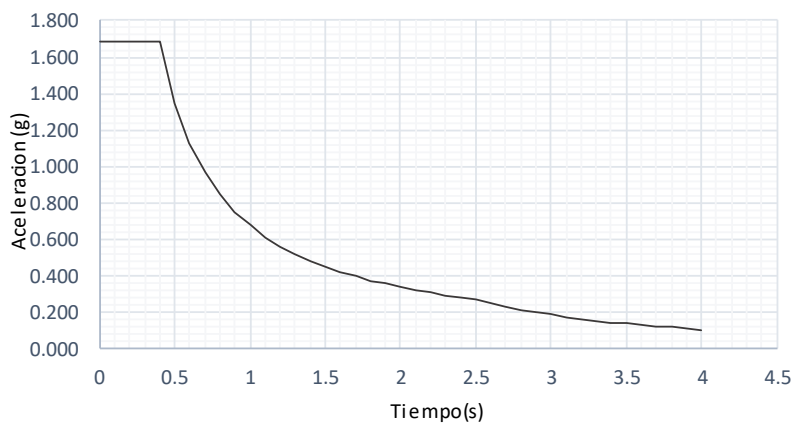
Z	0.45	g	Zonificación
U	1.5		Uso de la edificación
Hn	10.5	m	Altura total de la edificación
Ct	35		Porticos CA°
T	0.30	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
la	1		Irregularidad en Altura
lp	1		Irregularidad en Planta
C	2.500		Coefficiente Sismico
R	8		Porticos CA°
ZUSC/R	0.221		Factor para el analisis estatico
k	1.000		Factor K

2.0 ANÁLISIS DINÁMICO

PARAMETROS

Z	0.45	g	Zonificación : Zona 4
U	1.5		Uso de la edificación: Comun
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para el factor C desplazamiento
R	8		Factor de Reduccion : Porticos CA°

T (s) vs Sa (g)



3.0 ANALISIS ESTATICO SEGÚN PERIODO DEL ANALISIS MODAL

Direccion X-X

Z	0.45	g	Zonificacion Zona 4
U	1.5		Uso de la edificacion
T	0.576	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
C	2.50		Coefficiente Sismico
la	1		Irregularidad en Altura
lp	1		Irregularidad en Planta
R	8		Porticos CA°
ZUSC/R	0.221		Factor para el analisis estatico
k	1.038		Factor K

4.0 ANALISIS ESTATICO SEGÚN PERIODO DEL ANALISIS MODAL

Direccion Y-Y

Z	0.45	g	Zonificacion Zona 4
U	1.5		Uso de la edificacion . Comun
T	0.58	s	Periodo fundamental de la estructura
S	1.05		Suelo
Tp	0.6	s	Periodo del suelo
TL	2	s	Periodo para factor C desplazamiento
C	2.50		Coefficiente Sismico
R	8		Porticos CA°
ZUSC/R	0.221		Factor para el analisis estatico
k	1.040		Factor K

5.0 VERIFICACION DE CORTANTE DINAMICA CON RESPECTO A LA ESTATICA REGULAR (80%)

DIRECCION X-X			
SEstaticoX	29.3801	$F.E_x$	0.978927
SX Max	24.01	$F.E_x$	No Escalar
DIRECCION Y-Y			
SEstaticoY	27.5107	$F.E_y$	0.8737013
SY Max	25.19	$F.E_y$	No Escalar

6.0 VERIFICACIONES DE DERIVAS

DIRECCION X-X					
Niveles	H	X-X dir	0.75*R(Regular)	Limite (E030)	Verificacion
Nivel 3	3.35	0.00012	0.0007	0.007	Cumple
Nivel 2	3.35	0.00015	0.0009	0.007	Cumple
Nivel 1	3.35	0.00013	0.0008	0.007	Cumple

DIRECCION Y-Y					
Niveles	H	X-X dir	0.75*R(Regular)	Limite (E030)	Verificacion
Nivel 3	3.35	0.00015	0.0009	0.007	Cumple
Nivel 2	3.35	0.00017	0.001	0.007	Cumple
Nivel 1	3.35	0.00015	0.0009	0.007	Cumple

HOJA DE CALCULO PARA ANALISIS POR FUERZAS LATERALES EQUIVALENTES Y MODAL ESPECTRAL

1.0 ANALISIS POR FUERZAS LATERALES EQUIVALENTES

Geometria en planta

b	23.58	m	Dimension en planta en el sentido "X" de Superestructura
d	7.9	m	Dimension en planta en el sentido "Y" de superestructura
e	1.179		excentricidad en planta de la superestructura
y	11.79	m	distancia al extremo mas alejado

Desplazamientos

Dd	0.18	m	Desplazamiento de diseño
Dtd	0.23	m	Despla. Total de diseño
Dm	0.27	m	Despl. Maximo
Dtm	0.34	m	Despl. Total maximo

Fuerzas Laterales

Kdmin	379.63	Ton/m	Rigdez minima del sistema
Kdmax	493.52	Ton/m	Rigidez maxima del sistema
Vb	88.83	Ton	Fuerza Lateral Mnima para la subestructura R=1
Vs	44.42	Ton	Fuerza Lateral Mnima para la superestructura R=2

2.0 ANALISIS MODAL ESPECTRAL

VsDin(80%)	35.53	Ton	Cortante de Diseño en Super estructura
Vb Din(90%)	79.95	Ton	Cortante de diseño en el sistema de aislamiento
DTDin(90%)	0.21	m	Despl.minimo total de diseño
DTMdin(80%)	0.31	m	Despl.Maximo total de diseño

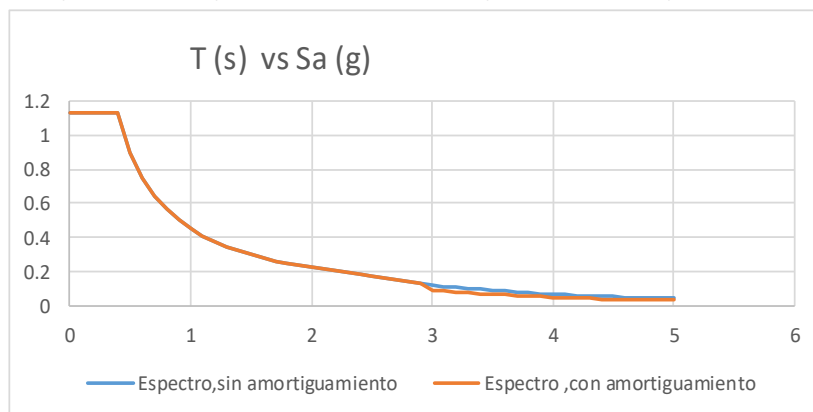
Fuerzas Laterales Minimias para la superestructura (para R=2 y R=8 porticos)

C/R	0.125	-	Norma E.030
R	2	-	Factor de reduccion R
Vs1	47.75669	Ton	Fuerza Cortante Minima para la Superestructura , R=2

Fuerza lateral minima con los mismos datos pero con el R=8

Vs2	13.26575	Ton	Fuerza Cortante Minima para la Superestructura , R=8
-----	----------	-----	--

Utilizar para diseño de Superestructura Vs1 = 79.15 , representa el 5.9% del peso de la estru



MODELAMIENTO DEL AISLADOR

En el software utilizado, los aisladores de alto amortiguamiento están denominados como aisladores HDR y son modelados como elementos links.

En esta investigación se considera 1 tipo de aislador HDR como se muestra a continuación:

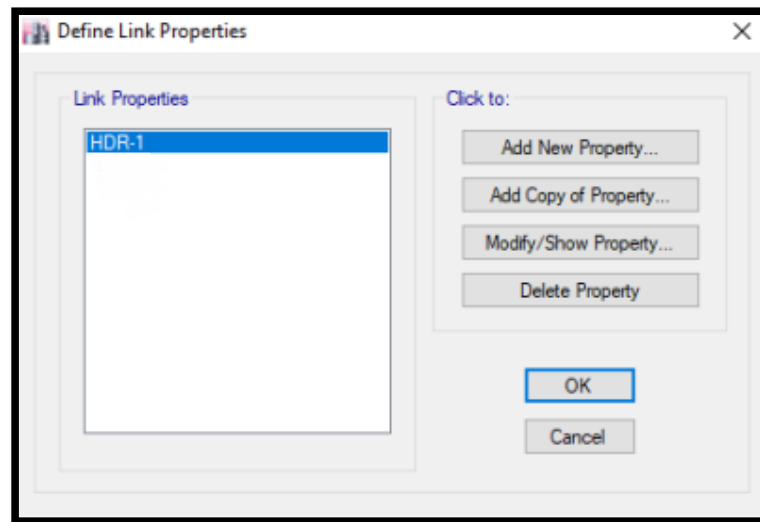


Figura 1: Ventana de definición de link properties

Luego se define el tipo de elemento link. Ya que se realizarán análisis estático y de tiempo historia, se seleccionan las casillas U1(Axial), U2 y U3 (Transversales).

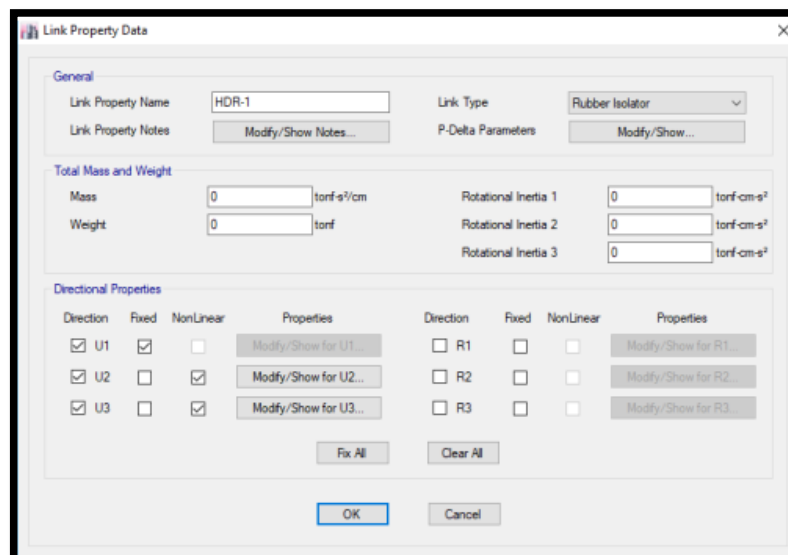


Figura 2: Ventana link properties Data

En las figuras 3 y 4 se muestran las propiedades de las coordenadas analizadas para el aislador HDR-1. Considerando su rigidez efectiva para el análisis lineal, y la rigidez elástica, fluencia y ratio de rigidez post fluencia para el análisis no lineal

The screenshot shows a dialog box titled "Link/Support Directional Properties" with a close button (X) in the top right corner. It is divided into two main sections: "Identification" and "Linear Properties".

Section	Property Name	Value	Unit
Identification	Property Name	HDR-1	
	Direction	U1	
	Type	Rubber Isolator	
	NonLinear	No	
Linear Properties	Effective Stiffness	6059.99	tonf/m
	Effective Damping	0	tonf-s/m

At the bottom of the dialog box, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Figura 3: Ventana de propiedades para U1

The screenshot shows a dialog box titled "Link/Support Directional Properties" with a close button (X) in the top right corner. It is divided into four main sections: "Identification", "Linear Properties", "Shear Deformation Location", and "Nonlinear Properties".

Section	Property Name	Value	Unit
Identification	Property Name	HDR-1	
	Direction	U2	
	Type	Rubber Isolator	
	NonLinear	Yes	
Linear Properties	Effective Stiffness	13.77	tonf/m
	Effective Damping	0	tonf-s/m
Shear Deformation Location	Distance from End-J	0.19	m
Nonlinear Properties	Stiffness	171.41	tonf/m
	Yield Strength	4.11	tonf
	Post Yield Stiffness Ratio	0.1	

At the bottom of the dialog box, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Figura 4: Ventana de propiedades para U2 y U3

Se procede a ubicar los aisladores a la estructura y se le asigna como un diafragma rígido para su análisis Modal Espectral y Tiempo Historia.

Ahora procedemos a realizar el análisis del sistema, aporticado con aisladores

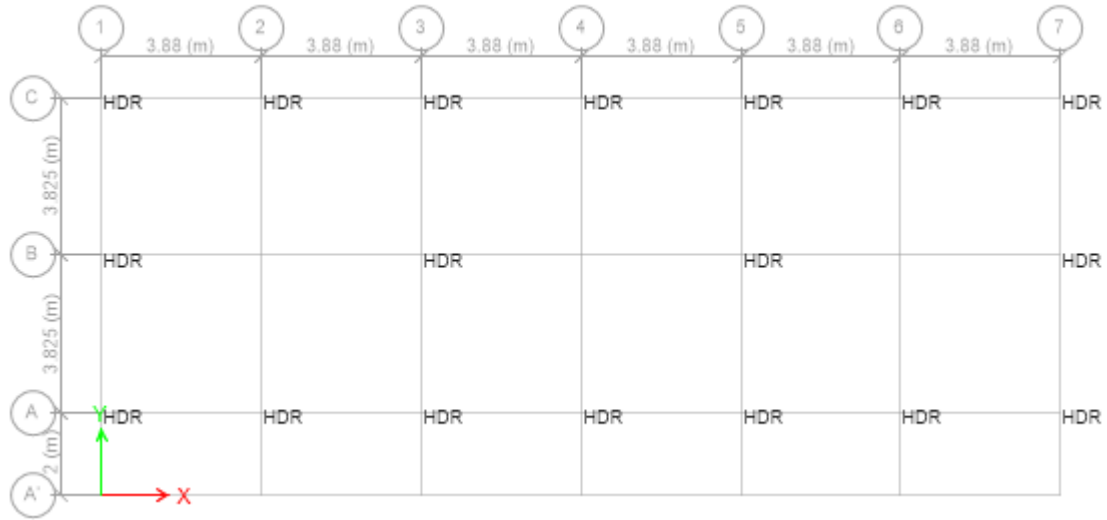


Figura 5: Edificio Aporticado Con Base Aislada

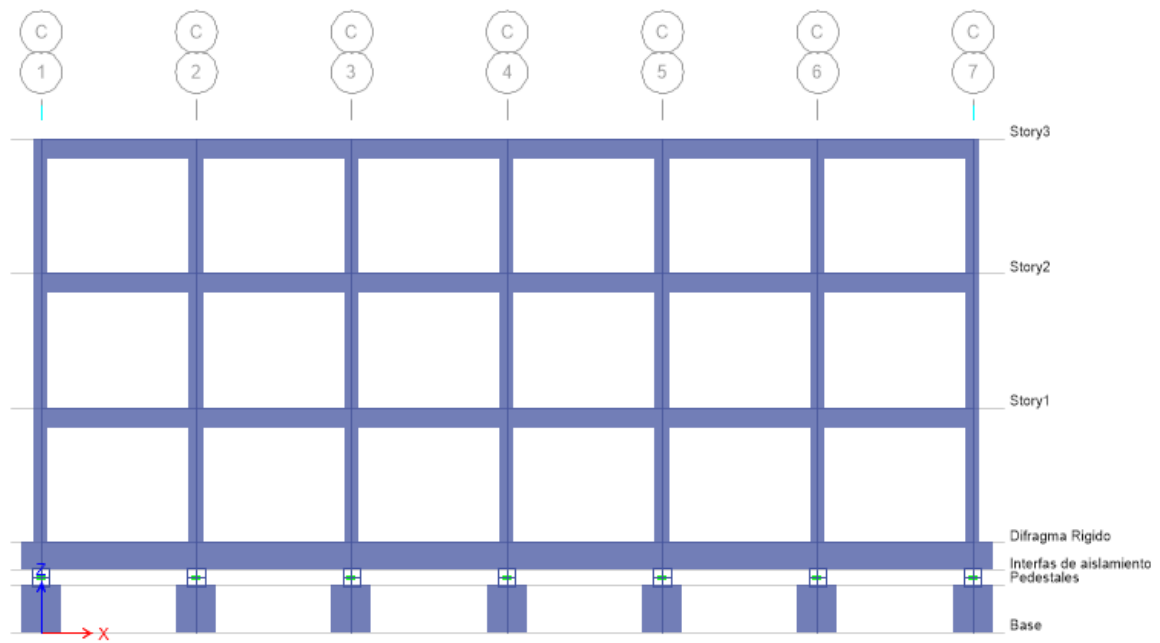


Figura 6: Edificio Aporticado Con Base Aislada

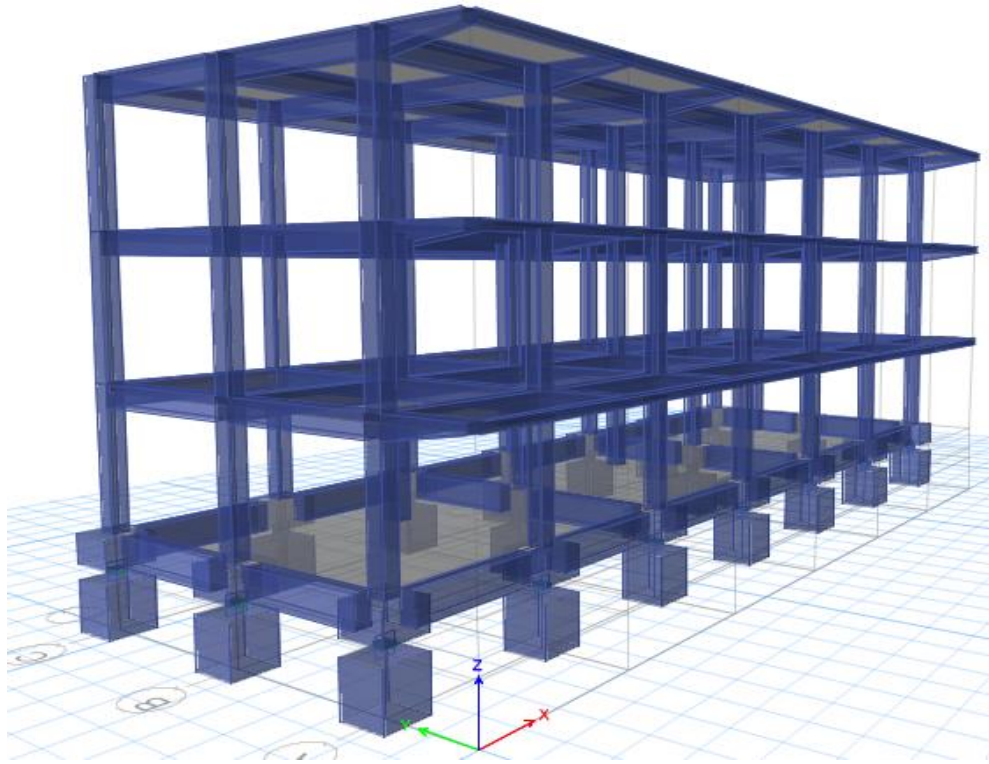


Figura 7: Edificio Aporticado Con Base Aislada

Análisis Tiempo Historia:

Se realizó un análisis tiempo historia, cabe resaltar que solo se utilizó para verificación de los parámetros establecidos del análisis por fuerzas equivalentes, tales como desplazamientos de los aisladores y cortantes. cabe destacar que se utilizó al menos 3 registros sísmicos según la tabla N°1 cada uno con su componente par (Este-oeste y Norte –Sur), como se muestra en la figura N° 11 y 12 todos escalados a una aceleración requerida de 0.45g como se muestran en la Figura N°9 y se verificaron derivas máximas para sismo de diseño, en la norma peruana también nos dan parámetros para elaborar un espectro elástico para realizar el escalamiento satisfactoriamente, tal como se muestra en la figura N°10

Tabla 8: Registros sísmicos

Registros Sísmicos	Fecha	Magnitud (Mw)
Lima 1966	17-10-1966	8.1
Chimbote 1970	31-05-1970	7.9
Lima 1974	03-10-1974	8

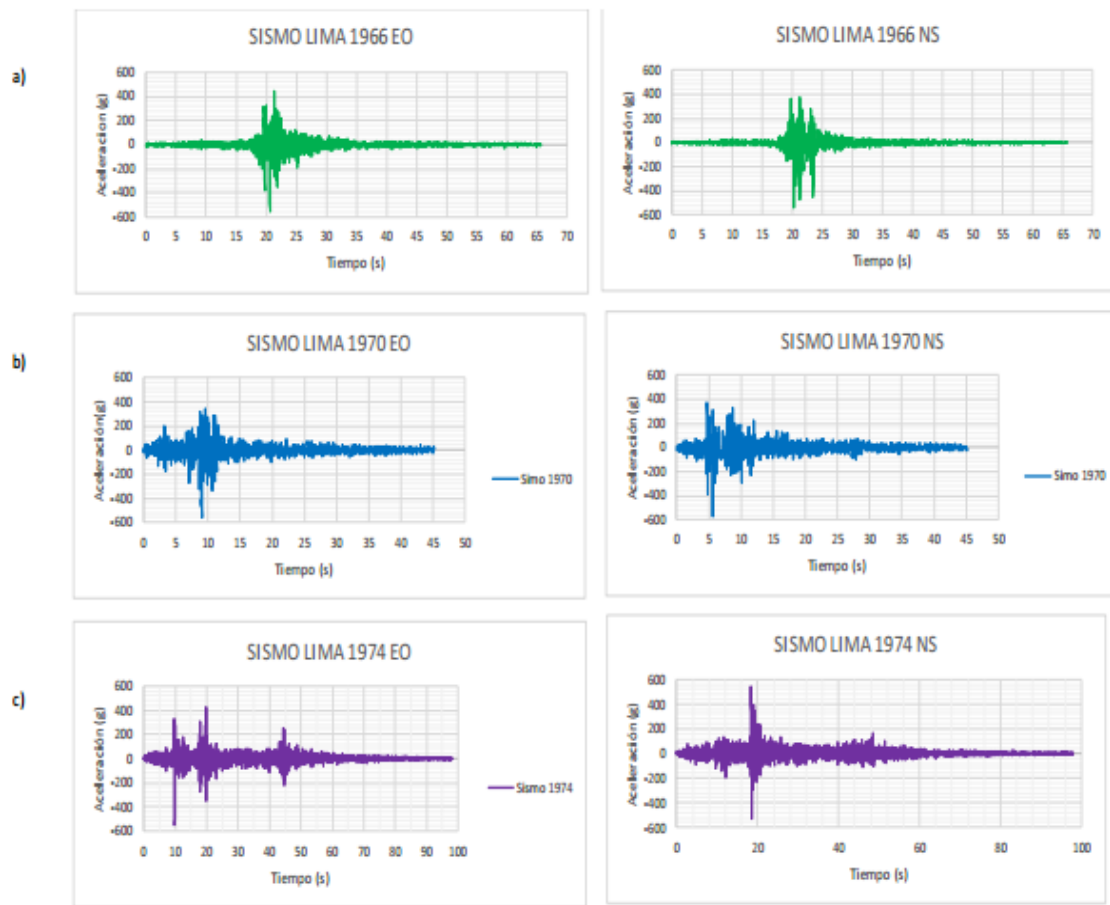


Figura 9: Acelerogramas: a) Sismo Lima 1966 b) Chimbote 1970 c) Sismo Lima 1974

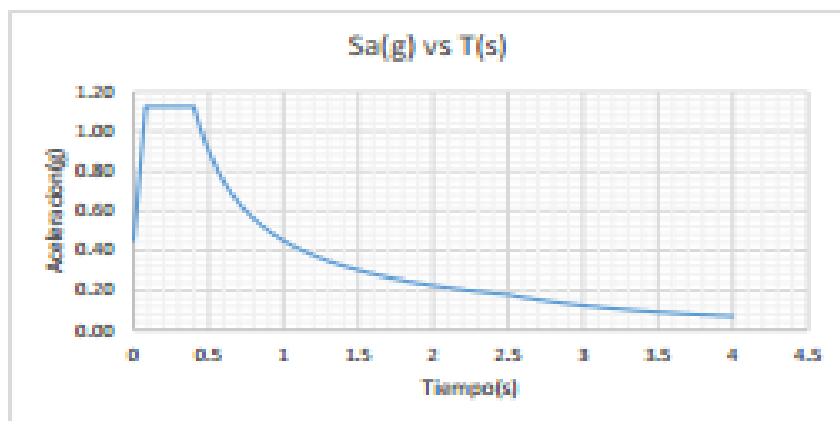


Figura 10: Espectro para escalamiento según norma E.030

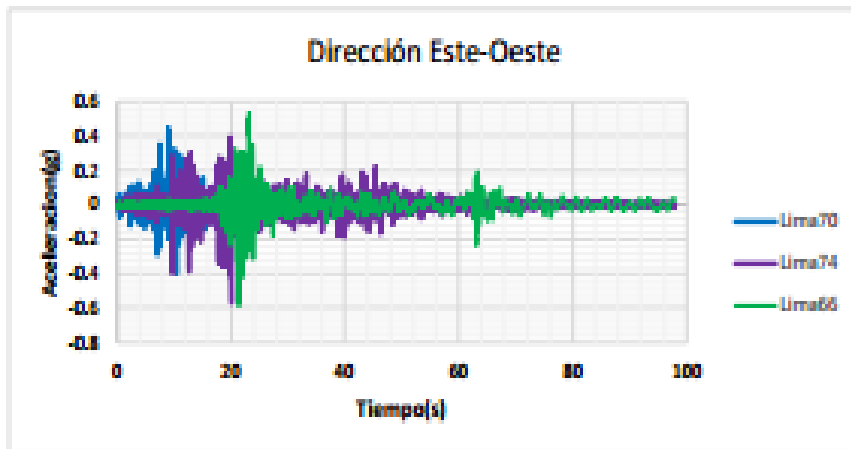


Figura 11: Registro Sísmico para tiempo historia Dirección X-X

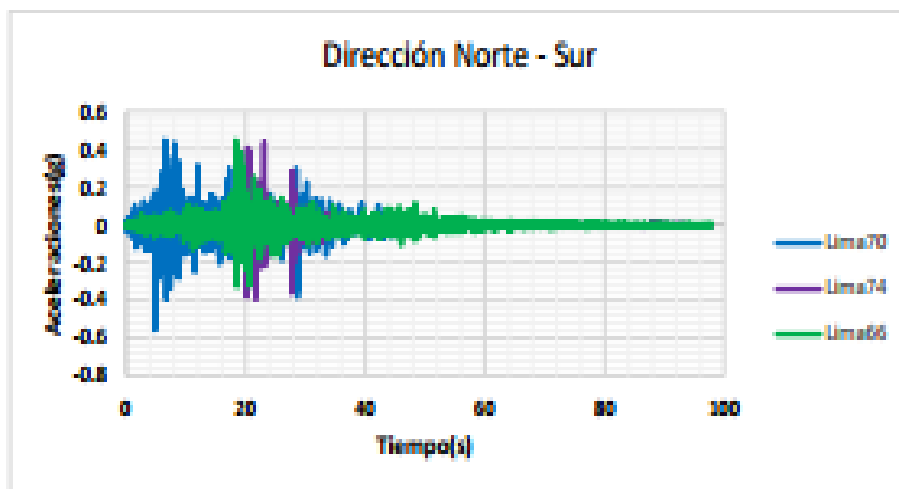


Figura 12: Registro Sísmico para tiempo historia Dirección Y-Y

El reglamento E.030 señala que deben ser como mínimo 3 conjuntos de aceleraciones del terreno debidamente escalados, por lo que se usaron los sismos de 1966, 1970 y 1974, cada uno con su par (Este Oeste- Norte Sur), como se muestra en la Figura N° 13

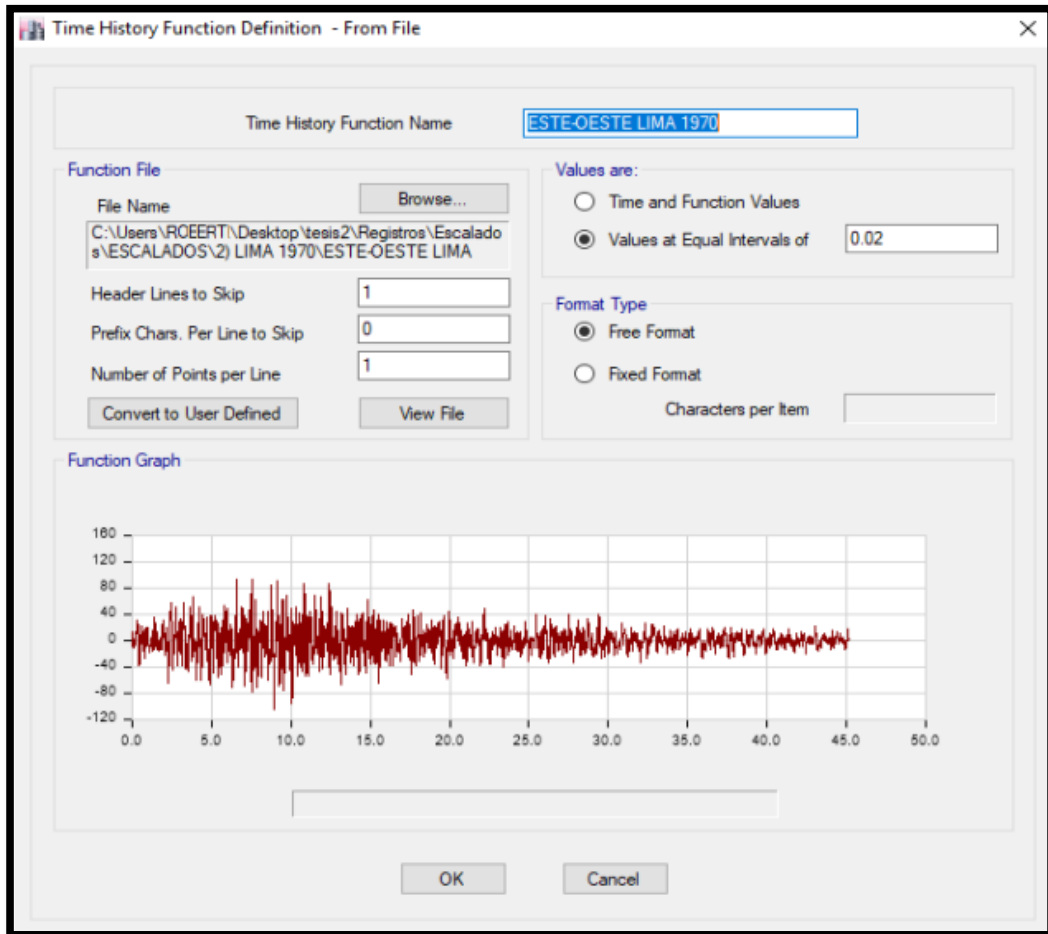


Figura 13: Ventana para definición tiempo - historia

Asimismo, se ingresa el espectro elaborado según la E.030 con un factor de reducción $R=1$, donde nos da consideraciones para los periodos cortos y con $(T < 0.2T_p)$ en donde $C=1+7.5*(T/T_p)$.

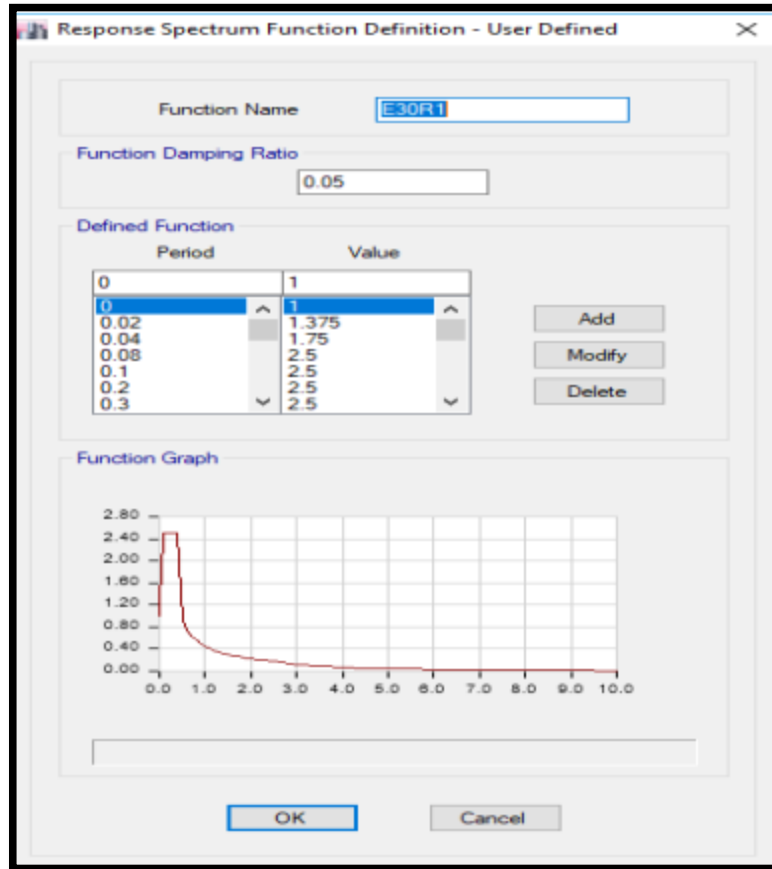


Figura 14: Ventana para ingreso de espectro según norma E.030

Igualmente se hizo el registro de las demás aceleraciones con sus 2 componentes: y NS (Norte-Sur) y EO(Este-Oeste), realizando su respectivo escalamiento, los cuales son de 0.45g para sismo de diseño y 0.675g para sismo máximo.

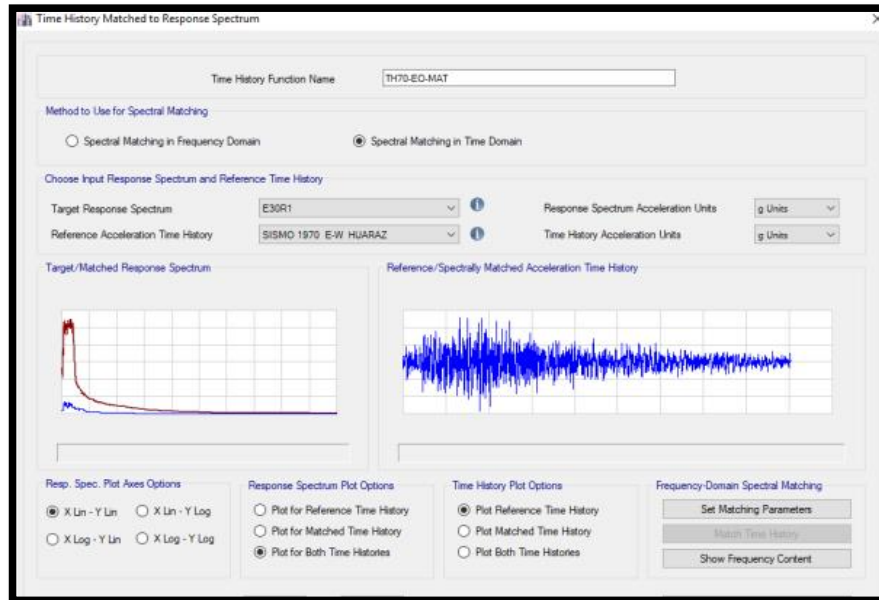


Figura 15: Ventana para realizar el escalamiento para análisis tiempo historia

Además, se obtienen los diagramas históricos para los diferentes sismos:

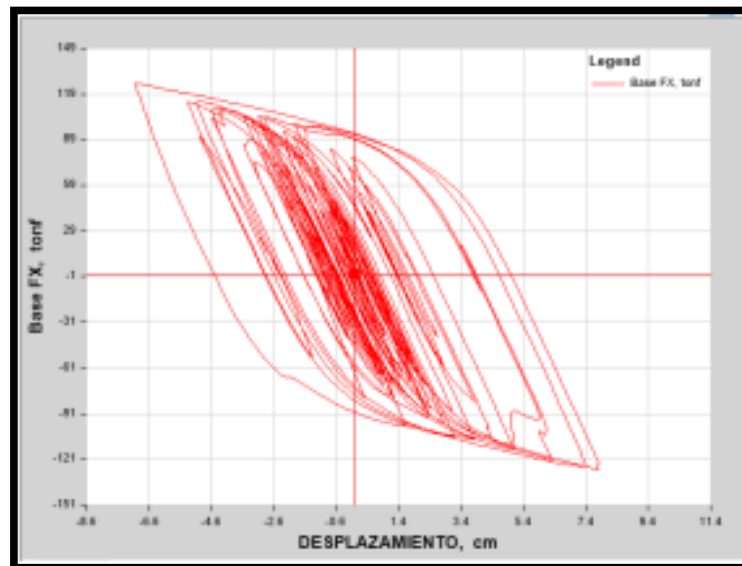


Figura 16: Diagrama de Histéresis –sismo de diseño

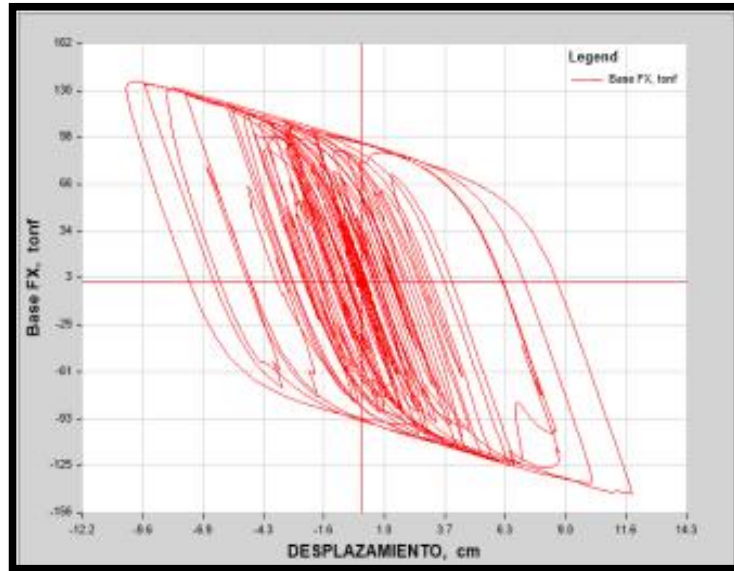


Figura 17: Diagrama de Histéresis - sismo máximo

Desplazamiento Máximo del Aislador o Junta Sísmica

De los resultados obtenidos de análisis realizados por fuerzas equivalente que fue, se consideró una junta sísmica de 40 cm, como se muestra un detalle en dicha figura N° 1.

DETALLE DE JUNTA SÍSMICA

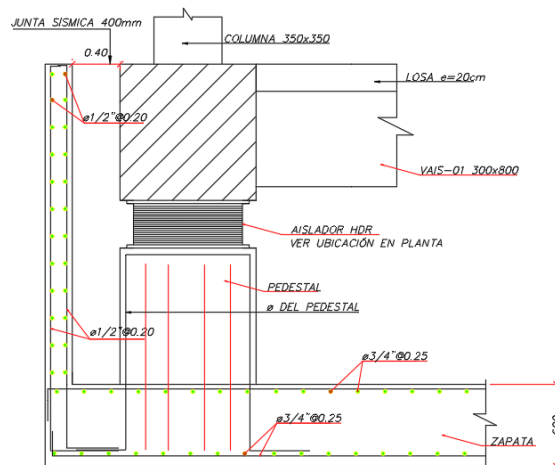


Figura 18: Junta sísmica del aislador

Distribución de aisladores Una vez verificado todos los parámetros, se muestra la distribución de los aisladores, los esquineros de color Azul de diámetro 400 mm (HDR-1) y su detalle

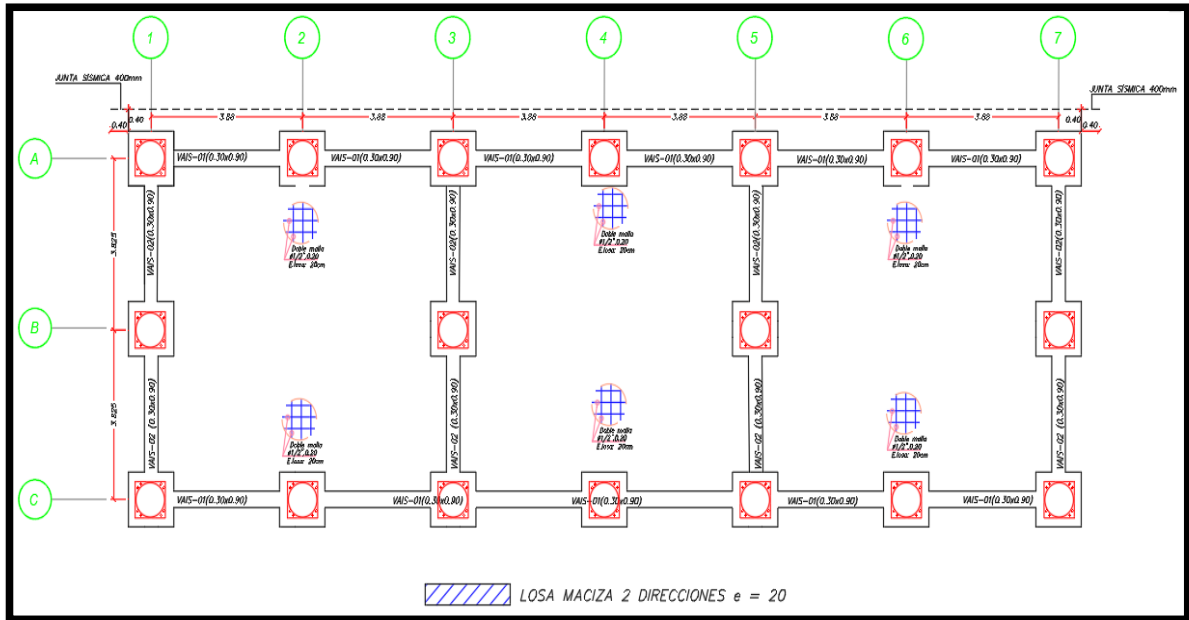


Figura 2: Distribución de los Aisladores Elastoméricos HDR

1.2 Detalle general del aislador (HDR):

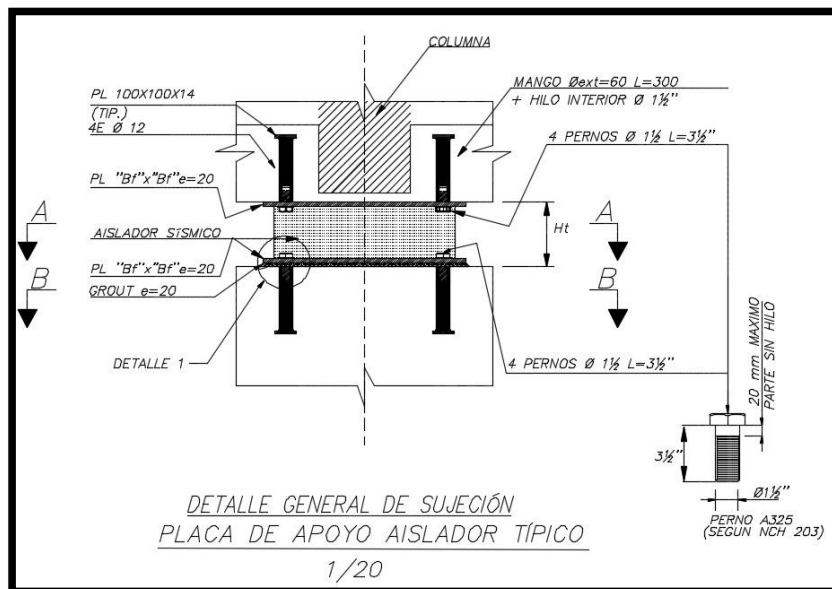


Figura 3: Detalle del aislador HDR

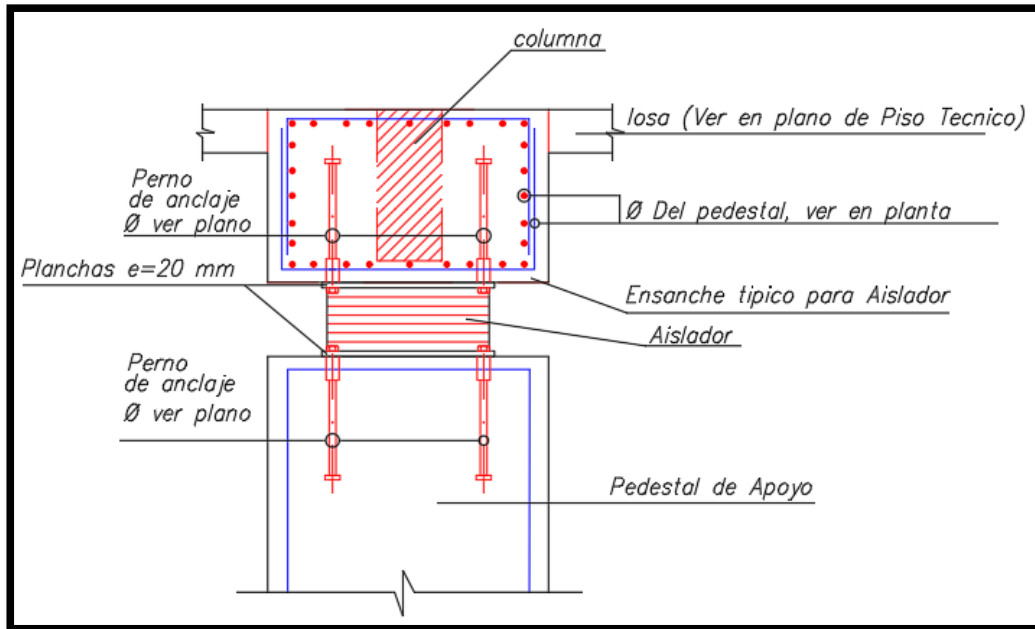


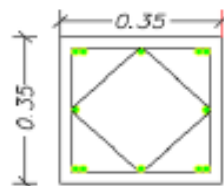
Figura 4: Detalle de Anclaje

ANEXO 7: DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

HOJA DE CALCULO DE DISEÑO DE COLUMNA C-1 POR FLEXOCOMPRESIÓN Y CORTE

1.0 Generales

Columna	C -1		
Sistema	Portico		
f'_c	210	kg/cm ²	Resistencia ala compresion del concreto
f_y	4200	kg/cm ²	Resistencia ala fluencia del acero
E	217370.65	kg/cm ²	Modulo de Elasticidad del concreto
Datos de la Seccion			
H	3.05	m	Altura Libre de la Columna
b	35	cm	
h	35	cm	
d	29		
A_g	0.12	m ²	Area Bruta
Cuantia	1%		cuantia recomendada según norma E.060
A_s	12.25	cm ²	
Acero de Refuerzo			
Longitudinal	#	ϕ	
	12	3/4"	
A_s long Dado	34.08	cm ²	
Cuantia dada	1.13%		
Transversal			
ϕ_s :	3/8"		Diametro de estribo
so:	0.1		Espaciamiento zona confinada
Lo	0.5		Longitud de zona Confinada
S	0.25		Espaciamiento en el resto del tramo
Estribos	<u>$\phi 3/8"$: 1@0.05; 5@0.1; Rto@0.25</u>		



12 ϕ 3/4"

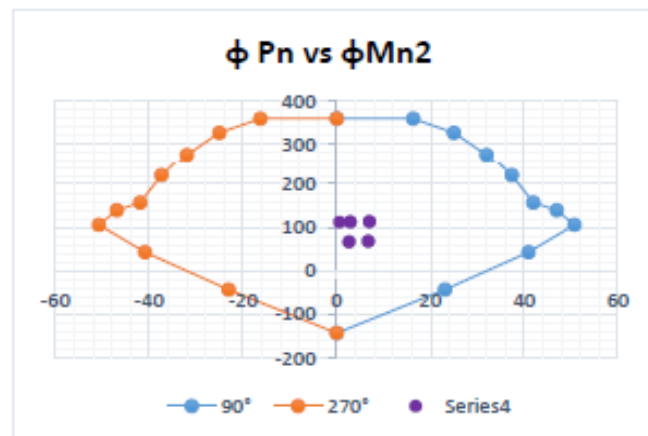
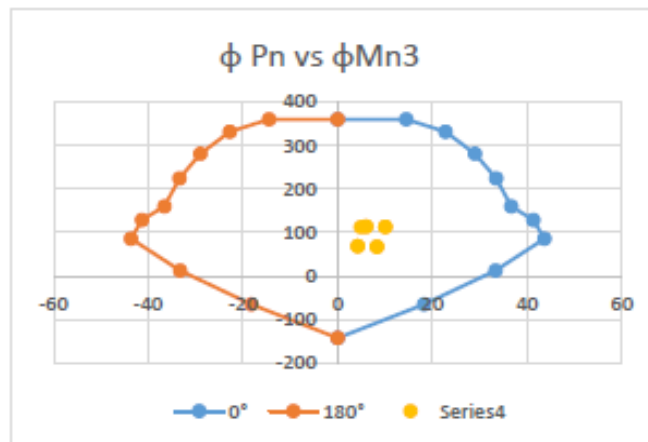
2 \square $\phi 3/8"$: 1 @.05, 5@1G

rto. @25 c/e

2.0 SOLICITACIONES POR RESISTENCIA

COMBINACIONES DE CARGA	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1.4CM+1.7CV	112.19	4.5731	0.5197	0.5795	4.8468
1.25(CM+CV)+Sx	112.9	7.2381	1.8158	2.9136	10.0397
1.25(CM+CV)-Sx	112.9	7.2381	1.8158	2.9136	10.0397
1.25(CM+CV)+Sy	113.89	4.9704	4.1169	6.9752	6.024
1.25(CM+CV)-Sy	113.89	4.9704	4.1169	6.9752	6.024
0.9CM+SX	67.36	5.5376	1.5803	2.6368	8.2462
0.9CM-SX	67.36	5.5376	1.5803	2.6368	8.2462
0.9CM+SY	68.34	3.27	3.8814	6.6984	4.2306
0.9CM-SY	68.34	3.27	3.8814	6.6984	4.2306

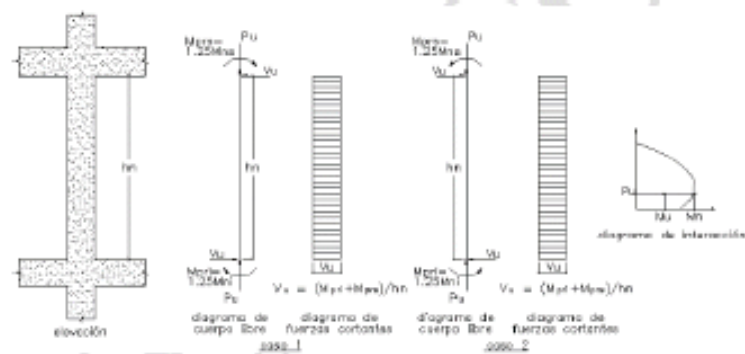
3.0 VERIFICACION A FLEXOCOMPRESION



HOJA DE CALCULO DE DISEÑO DE COLUMNA C-1 POR FLEXOCOMPRESIÓN Y CORTE

4.0 DISEÑO SISMORESISTENTE

Pu	112.9	Ton	Carga Maxima ultima
Mni	44	Ton.m	Momento Nominal Inferior
Mns	44	Ton.m	Momento Nominal Superior
Vu2	28.9	Ton	Cortante esperado
Pu	113.89	Ton	Carga Maxima ultima
Mni	50.1	Ton.m	Momento Nominal Inferior
Mns	50.1	Ton.m	Momento Nominal Superior
Vu3	32.9	Ton	Cortante esperado



5.0 RESISTENCIA NOMINAL DEL CONCRETO

ϕVc (Ton)	25.80	Cortante nominal del concreto
ϕVs (Ton)	24.84	Cortante nominal del refuerzo
ϕVn (Ton)	50.64	Cortante nominal de la columna

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * \left(1 + \frac{Pu}{140 * Ag} \right) * b * d$$

$$\phi Vs = 0.85 * \frac{Av * fy * d}{s}$$

$$\phi Vn = \phi Vc + \phi Vs$$

6.0 VERIFICACION POR PANDEO

Pu	113.89	Ton	
K	1		
Pcr	351.7	Ton	
lef	0.0015251	m4	
ϕ	0.7		
ϕP_{cr}	246.20709	Verifica	La columna no se pandea

$$P_{cr} = \left(\frac{\pi}{kxh}\right)^2 x E x I_{ef}$$

$$l_{ef} = 0.2 x \frac{bx\alpha^3}{12}$$

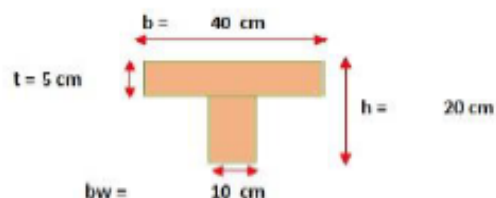
$$\phi P_{cr} = \geq 1.6 Pu$$

7.0 BIBLIOGRAFIA

Norma Tecnica Peruana de Diseño en Concreto Armado E.060

1.0. Diseño a Flexion De Losa Aligerada

Seccion T:



As (+)	Unidades	tramo 1	tramo 2	tramo 3	tramo 4	tramo 5
As min	cm ²	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
Mu +	Ton.m	0.9	0.47	0.62	0.47	0.9
As (cm ²)	cm ²	1.65	0.68	0.96	0.68	1.68
As instalado		1Ø3/8"+1Ø1/2"	1Ø3/8"+1Ø1/2"	1Ø3/8"+1Ø1/2"	1Ø3/8"+1Ø1/2"	1Ø3/8"+1Ø1/2"
As Colocado(cm ²)	cm ²	2	2	2	2	2
As (-)		Apoyo 2	Apoyo 3	Apoyo 3	Apoyo 4	
Mu -		1.76	1.32	1.32	1.76	
As (cm ²)	cm ²	2.28	1.68	1.68	2.28	
As instalado		2Ø1/2"	2Ø1/2"	2Ø1/2"	2Ø1/2"	
As Colocado(cm ²)	cm ²	2.58	2.58	2.58	2.58	

2.0.Verificacion a Corte

longitud L	5.95	m			
Wu (1.4CM +1.7CV)	472.00	kgf/m	Vu	φVc	Verificacion
V0.5	1404.20	kg	1.11	2.073	OK
V 1.15	1614.83	kg	1.7	2.073	OK
φc	0.85		1.4	2.073	OK
φVc	2073.4	kgf	1.4	2.073	OK
Vc/2	1036.72	kgf	1.7	2.073	OK
			1.11	2.073	OK

El concreto resiste por lo tanto no necesitara ensanche

3.0.Acero de Temperatura

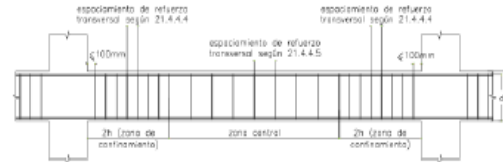
Peralte de Losa "h"	5	cm	Separacion "S"	0.36	cm ²
ancho "b"	100	cm	"S" norma	25	cm
As Temp	0.9	cm ²	Refuerzo	(escoger diametro de barra)	
As Propuesto	φ1/4"		1/4 @	25	cm
As Colocado	0.32	cm ²			

4.0.Verificaciones.

Diseño a Flexion	Verifica
Diseño a Corte	Verifica
Acero de Temperatura	Verifica

4.0 DISEÑO A CORTE

Separacion de estribos según Norma E060 Cap 21



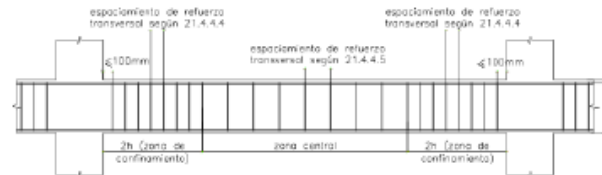
Tramo	Unidades	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Luz libre de la viga "Ln"	m	3.88	3.88	3.88	3.88
Cortante ultimo "Vu"	tonf	5.78	14.65	6.72	9.52
Cortante ultimo a "d" "Vu2"	ton	5.2	13.82	6.24	8.69
Resistencia del concreto "Vc"	ton	8.4	8.4	8.4	8.4
ϕVc	ton	7.2	7.2	7.2	7.2
$\phi Vc / 2$	ton	3.6	3.6	3.6	3.6
ϕ de estribos		3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Resistencia del refuerzo "Vs"	ton	-2.33	7.81	-1.11	1.78
Espaciamiento "S1" $S = (Av \cdot Fy \cdot d) / Vs$	cm	34	34	34	34
Espaciamiento maximo norma "Smax"	cm	22	22	22	22
Zona de refuerzo minimo	cm	68.2	68.2	68.2	68.2
Resistencia Nominal al cortante " ϕVn "	ton	6.1	16.3	7.3	10.2
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO
Armado de estribos por sismo					
ϕ de estribos		3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Long de confinamiento "Lo"	m	1	1	1	1
Separacion zona confinamiento "S"	m	0.11	0.11	0.11	0.11
Separacion zona central "s"	cm	22	22	22	22
Armado de estribos		ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO

5.0 BIBLIOGRAFIA

Norma Tecnica Peruana de Diseño en Concreto Armado E.060

4.0 DISEÑO A CORTE

Separacion de estribos según Norma E060 Cap 21



Tramo	Unidades	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Luz libre de la viga "Ln"	m	2.65	4.84	3.5
Cortante ultimo "Vu"	tonf	5.49	9.55	3.67
Cortante ultimo a "d" "Vu2"	ton	4.77	8.9	3.44
Resistencia del concreto "Vc"	ton	10.1	10.1	10.1
ϕVc	ton	8.6	8.6	8.6
$\phi Vc / 2$	ton	4.3	4.3	4.3
ϕ de estribos		3/8"	3/8"	3/8"
Resistencia del refuerzo "Vs"	ton	-4.53	0.33	-6.09
Espaciamiento "S1" $S = (Av \cdot Fy \cdot d) / Vs$	cm	34	34	34
Espaciamiento maximo norma "Smax"	cm	22	22	22
Zona de refuerzo minimo	cm	56.8	56.8	56.8
Resistencia Nominal al cortante " ϕVn "	ton	5.6	10.5	4.0
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO
5.0 ARMADO DE ESTRIBOS POR SISMO				
ϕ de estribos		3/8"	3/8"	3/8"
Long de confinamiento "Lo"	m	1	1	1
Separacion zona confinamiento "S"	m	0.11	0.11	0.11
Separacion zona central "s"	cm	22	22	22
Armado de estribos		ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11, Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11, Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11, Rto@0.22
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO
6.0 BIBLIOGRAFIA				

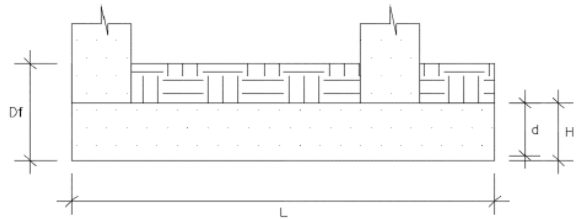
HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA , CORTE , FLEXIÓN Y PUNZONAMIENTO

1.0 CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN

Propiedades del Suelo				Concreto Armado			
qs	1.63	kg/cm2	Esfuerzo del Suelo	Fc	210	kg/cm2	Resistencia del concreto
qsimo	44.98	Ton/m2	Esfuerzo del Suelo (con Sismo)	Fy	4200	Kg/cm2	Fluencia del Acero
γ	1.73	ton/m3	Peso especifico del suelo	γ	2.4	ton/m3	Peso especifico del concreto
Df	2.5	m	Profundidad de desplante				

2.0 CARACTERÍSTICAS DE LA ZAPATA

C-1				C-2			
b	0.35	m	Lado 1 de la columna c-1	b	0.35	m	Lado 1 de la columna c-1
l	0.35	m	Lado 2 de la columna c-1	l	0.35	m	Lado 2 de la columna c-1
S	3.23	m	Separacion entre columnas	Pd	4.8	Ton	Peso de Pedestales



3.0 CARGAS ACTUANTES SOBRE EL TERRENO

Cargas Actuantes C-1			
CARGAS	P(ton)	Mx(ton.m)	My(ton.m)
CM	62	0.0	0.0
CV	8.2	0.0	0.0
SX	10.63	1.1	0.6
SY	4.98	0.42	1.23

Cargas Actuantes C-2			
CARGAS	P(ton)	Mx(ton.m)	My(ton.m)
CM	78.98	0.0	0.0
CV	11.45	0.0	0.0
SX	2.12	1.12	0.5
SY	5.78	0.423	1.26

4.0 PREDIMENSIONAMIENTO

Xg	2.02	m	Centro Estatico	Pzapata	17.40	Ton	Peso de Zapata
F	1.79	m	Factor para volado	Psuelo	27.96	Ton	Peso de Suelo
Vol	-	-	Volado Derecho Mayor	Xc	2.365	m	Centro en Zapata X
A1	5.57	m2	Área Calculada	Yc	0.925	m	Centro en Zapata Y
Volb	0.8	m	Volado Derecho	Xcol1	0.175	m	
Voli	0	m	Volado Izquiero	Ycol1	0.925	m	
Voltrn	0.75	m	Volado Transversal	Xcol2	3.755	m	
L	4.73	m	Longitud Total de Zapata	Ycol2	0.925	m	
B	1.85	m	Ancho Total de Zapata				
A	8.7505	m2	Área Dada				
H	0.6	m	Peralte de Zapata				

5.0 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONAMIENTO

COMBSERV	Pe (Ton)	Pt (Ton)	Mx (Ton.m)	My (Ton.m)	e1x (m)	e2y (m)	σx (tonf/m2)	Verificación	σy (tonf/m2)	Verificación
CM+CV	160.63	205.99	-28.04	0.00	-0.17	0.00	25.42	Cumple	23.54	Cumple
CM+CV+08SX	170.83	216.19	-42.53	1.99	-0.25	0.01	27.61	Cumple	25.02	Cumple
CM+CV+08SX	160.63	205.99	-44.29	-0.28	-0.22	0.00	25.89	Cumple	23.58	Cumple
CM+CV+08SY	169.24	214.60	-29.66	0.83	-0.18	0.00	26.49	Cumple	24.65	Cumple
CM+CV+08SY	160.63	205.99	-30.34	-32.33	-0.15	-0.16	25.10	Cumple	28.35	Cumple

6.0 VERIFICACIÓN PARA DISEÑO EN CONCRETO ARMADO

Cargas Amplificadas	Pu (Ton)	Pt (Ton)	Mx (Ton.m)	e1x (m)	σux (Ton/m2)	My (Ton.m)	e2y (m)	σuy (Ton/m2)
1.4CM+1.7CV	230.8	276.14	-39.87	-0.17	34.04	0.0	0.00	31.56
1.25(CM+CV)+SX	213.5	258.90	-53.16	-0.25	33.07	2.49	0.01	29.96

1.25(CM+CV)-SX	188.0	233.40	-57.60	-0.306	24.69	-2.49	-0.01	21.80
0.9CM+SX	139.6	184.99	-41.51	-0.30	18.25	2.49	0.02	16.27
0.9CM-SX	114.1	159.49	-45.95	-0.40	15.72	-1.04	-0.01	13.17
1.25(CM+CV)+SY	211.5	256.91	-37.08	-0.18	31.71	1.04	0.00	29.52
1.25(CM+CV)-SY	190.0	235.39	-38.77	-0.204	23.77	-2.49	-0.01	22.03
0.9CM+SY	137.6	183.00	-25.43	-0.185	17.06	2.49	0.02	16.04
0.9CM-SY	116.1	161.48	-27.11	-0.233	14.72	-2.49	-0.02	13.59

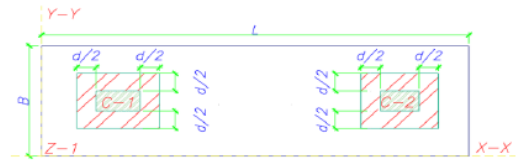
wu 34.04 Ton/m² Esfuerzo Máximo

7.0 VERIFICACIÓN POR CORTE

Corte		Transversal		Corte 2 Direcciones			
Longitudinal		Vol max	0.8 m	Vu _{iso}	57.63	Ton	Cortante Isostatico
d	10 cm	d	10 cm	Mu _i	0.96	Ton.m	Momento Izquiero
Vu	44.08613 Ton	Vu	112.717514	Mu _D	29.94	Ton.m	Momento Derecho
Vumax	112.72 Ton			Vu _{hipe}	7.37	Ton	Cortante Hiperestatico
b	4.73 m			Vu _{simple}	65.00	Ton	Cortante Simple
φVc	308.79 Ton			φVc	120.77	Ton	
Verificación	Ok			Verificación	Ok		

8.0 VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

C -1			C -2		
b	100	cm	b	100	cm
l	100	cm	l	100	cm
d	10	cm	d	10	cm
Ao1	11550	cm ²	Ao2	12100	cm ²
bo1	4.30	m	bo2	4.4	m
Vu1	100.74	Ton	Vu2	21.92	Ton
φVc	582.626	Ton	φVc	596.175	Ton
Verificación	Ok		Verificación	Ok	

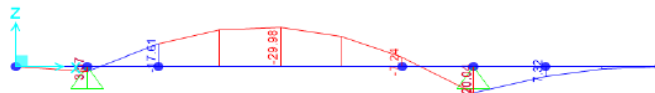


9.0 DISEÑO EN FLEXIÓN

Longitudinal			Transversal		
d	10	cm	d	10	cm
φ	0.9	-	φ	0.9	-
Asmin	19.98	cm ²	Asmin	51.084	cm ²
Vol _b	0.8	m	Voltrn	0.75	m
Mu	20.15	Ton.m	Mu	9.57	Ton.m
a	0.07	m	a	0.01	m
Ast	5.35	cm ²	Ast	2.53	cm ²
AsMax	20.0	cm ²	AsMax	51.08	cm ²
S	0.26	m	S	0.26	m
As Colo	1φ3/4	@ 0.25 m	As Colo	1φ3/4	@ 0.25 m

Superior Longitudinal			Superior Transversal		
Mu	29.98	Ton.m	Mu	29.98	Ton.m
As	8.00	cm ²	As	8.00	cm ²
Asmin	19.98	cm ²	Asmin	51.084	cm ²
S	0.26	m	S	0.26	m
As Colo	1φ3/4	@ 0.25 m	As Colo	1φ3/4	@ 0.25 m

Diagrama de Momentos :



10.0 BIBLIOGRAFÍA

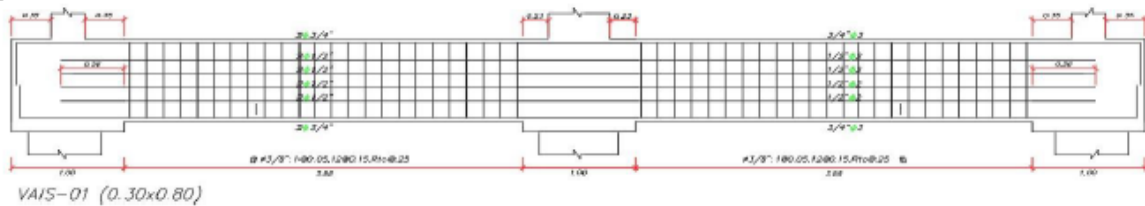
Norma Técnica Peruana de Diseño en Concreto Armado E.060

HOJA DE CALCULO PARA DISEÑO DE VIGAS DE CIMENTACION , A FLEXION Y CORTANTE , PARA EDIFICACIONES DE SISTEMA ESTRUCTURALES - APORTICADO - AISLADO

1.0 DATOS DEL MATERIAL

f_c	210	kg/cm ²	F_y	4200	kg/cm ²
E_c	217370.6512	kg/cm ²	E_s	2000000	kg/cm ²
β_1	0.85				

2.0 DETALLE DE LA VIGA DE CIMENTACION



3.0 DISEÑO EN FLEXION

Tramo	Unidades	Tramo 1			Tramo 2		
		1-1	2-2	3-3	1-1	2-2	3-3
Seccion							
ancho de viga "b"	cm	30	30	30	30	30	30
altura de viga "h"	cm	80	80	80	80	80	80
Area de acero Maximo "Asmax"	cm ²	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
Area de acero minimo "Asmin"	cm ²	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
Resistencia Requerida "Mu -"	tonf.m	6.58	0	1.28	4.4	0	4.9
# de Barras corrido superior		2	2	2	2	2	2
φ de acero corrido superior		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
# de bastones corridos superior		0	0	0	0	0	0
φ de bastones superior		0	0	0	0	0	0
Acero negativo Requerido	cm ²	4.14	-	1	2.72	-	3.05
Acero negativo Colocado		5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68
Momento Nominal Requerido "φMn-"	Ton.m	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
Verificacion		OK	OK	OK	OK	OK	OK
Resistencia Requerida "Mu +"	tonf.m	0	4.6	0	0	4.39	0
# de Barras corrido inferior		2	2	2	2	2	2
φ de acero corrido inferior		3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
# de bastones corridos inferior		0	0	0	0	0	0
φ de bastones inferior		-	0	0	0	0	0
Acero Positivo	cm ²	-	2.85	-	-	2.72	-
Acero colocado	cm ²	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68
Momento Nominal Requerido "φMn+"	Ton.m	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
Verificacion		OK	OK	OK	OK	OK	OK

4.0 DISEÑO A CORTE (Separación de estribos según Norma E060 Cap 21)



Tramo	Unidades	Tramo 1	Tramo 2
Luz libre de la viga "Ln"	m	4.095	3.500
Cortante ultimo "Vu"	tonf	4.38	3.31
Cortante ultimo a "d" "Vu2"	ton	4.27	3.28
Resistencia del concreto "Vc"	ton	10.1	10.1
ϕVc	ton	8.6	8.6
$\phi Vc / 2$	ton	4.3	4.3
ϕ de estribos		3/8"	3/8"
Resistencia del refuerzo "Vs"	ton	-5.11	-6.28
Espaciamiento "S1" $S = (Av \cdot Fy \cdot d) / Vs$	cm	30	30
Espaciamiento maximo norma "Smax"	cm	22	22
Zona de refuerzo minimo	cm	68.2	68.2
Resistencia Nominal al cortante " ϕVn "	ton	5	4
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO
ARMADO DE ESTRIBOS POR SISMO			
ϕ de estribos		3/8"	3/8"
Long de confinamiento "Lo"	m	1	1
Separacion zona confinamiento "S"	m	0.11	0.11
Separacion zona central "s"	cm	22	22
Armado de estribos		ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22	ϕ 3/8": 1@0.05, 8@0.11,Rto@0.22
Verificación		VERIFICA EL ARMADO	VERIFICA EL ARMADO

5.0 BIBLIOGRAFIA

Norma Tecnica Peruana de Diseño en Concreto Armado E.060

HOJA DE CALCULO DE DISEÑO DE LOSA MACIZA DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO POR EL METODO DE LOS COEFICIENTES

1.0 Predimensionamiento Losa Maciza			2.0 Propiedades del Material				
e = Perimetro / 180			f'c	210	kg/cm ²		
a	5.34	m	f _y	4200	kg/cm ²		
b	4	m	β ₁	0.85			
Perimetro	18.68	m	γ	2400	kg/m ³		
e	0.10	m					
espesor elegido	0.2	m					
3.0 Geometria			4.0 Cargas				
Espesor de Losa "e"	0.2	m	2.1.Carga Muerta				
Longitud "L"	8.42	cm	Peso Propio d	480	kg/m ²		
ancho " b"	100	cm	Peso de Acab:	100	kg/m ²		
Peralte Efectivo "d"	17.4	cm	Peso tabiquer	150	kg/m ²		
			2.2.Carga Viva				
			Sobrecarga	200	kg/m ²		
5.0 Metrado de Cargas			6.0 Carga Ultima				
CM	463	kg/m	W _u =1.4 CM + 1.7	1073.2	kg/m		
CV	250	kg/m					
7.0 Diseño en Flexion							
As (+)	Unidades	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5	Tramo 5-6	Tramo 6-7
Coefientes		1/14	1/16	1/14	1/14	1/14	-
As min	cm ²	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Mu +	Ton.m	5.43	4.76	5.43	5.43	5.43	-
As	cm ²	8.80	7.64	8.80	8.80	8.80	-
As Colocado		8.8	7.6	8.8	8.8	8.8	-
As instalado		φ1/2"	φ1/2"	φ1/2"	φ1/2"	φ1/2"	-
Espaciamiento	cm ²	0.147	0.17	0.147	0.147	0.147	-
As (-)		Apoyo 1	Apoyo 2	Apoyo 3	Apoyo 4	Apoyo 5	Apoyo 6
Coefientes		1/24	1/11	1/11	1/11	1/9	1/24
Mu -	Ton.m	3.17	6.92	6.92	6.92	8.45	3.17
As (cm ²)	cm ²	5.00	11.42	11.42	11.42	14.26	5.00
As Colocado(cm ²)	cm ²	4.99908839	11.42	11.42	11.42	14.26	4.99908839
As instalado		φ1/2"	φ1/2"+φ3/8"	φ1/2"+φ3/8"	φ1/2"+φ3/8"	φ1/2"+φ3/8"	φ1/2"
Espaciamiento	cm ²	0.258	0.175	0.175	0.175	0.140	0.258
8.0 Verificacion a Corte							
Datos		Unidades	V_u	φV_c/2	Verificacion		
V0.5	4518.17	kg	4.52	8.049	OK		
V 1.15	5195.90	kg	5.20	8.049	OK		
φ _c	0.85		5.20	8.049	OK		
φV _c	16098.9	kgf	5.20	8.049	OK		
V _c /2	8049.45	kgf	5.20	8.049	OK		
			5.20	8.049	OK		
			4.52	8.049	OK		

El concreto resiste por lo tanto cumple a cortante

ANEXO 8: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INFORME GEOTECNICO **CON FINES DE CIMENTACION**

PROYECTO:

**"RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA
DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR
ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE,
PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH"**

SOLICITA:

**SUB REGION PACIFICO
REGION ANCASH**

UBICACIÓN:

DISTRITO : CHIMBOTE
PROVINCIA : SANTA
DEPARTAMENTO : ANCASH

CHIMBOTE, ENERO DEL 2012

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1 Objeto del estudio
- 1.2 Ubicación del área de estudio

2.0 GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología Local
- 2.3 Sismicidad

3.0 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

- 3.1 Prospecciones de campo
- 3.2 Ensayos de laboratorio
- 3.3 Clasificación de suelos

4.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

5.0 ANALISIS DE CIMENTACION

- 5.1 Análisis de licuación de suelos
- 5.2 Tipo y profundidad de cimentación
- 5.3 Cálculo de la capacidad portante por asentamiento
- 5.4 Aspectos sísmicos

6.0 ANALISIS QUIMICO

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

- Anexo I (Registro de excavaciones)
- Anexo II (Registro de Auscultaciones)
- Anexo III (Análisis de licuación - DLICUAC)
- Anexo IV (Resultados de ensayos de laboratorio)
- Anexo V (Plano de ubicación de calicatas y auscultaciones)
- Anexo VI (Fotos)

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objeto del Estudio

El presente informe tiene por objeto determinar las propiedades físico - mecánicas y químicas del subsuelo del área en estudio, para el proyecto " RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH" . El estudio fue realizado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionando las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante y análisis de asentamiento.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ⊕ Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- ⊕ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ⊕ Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- ⊕ Elaboración de los perfiles geotécnicos del área del estudio.
- ⊕ Elaboración de las recomendaciones técnicas para el diseño estructural de la edificación.

1.2 Ubicación del área en Estudio

El área en estudio se ubica en el Casco Urbano de la Ciudad de Chimbote, intersección del Jr. Alfonzo Ugarte y Jr. Sáenz Peña, Distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

2.0 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

2.1 Geomorfología

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

- Unidad de playas
- Unidad de humedales
- Unidad de colinas
- Unidad de dunas

GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 88738
 REG. CONSUCODE C2554

a) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote, con un ancho promedio de 5 a 30 m. Está constituido de arenas media a fina y conchas marinas, con intercalaciones de limos en los laterales.

b) Unidad de humedales

Cubiertas por las expansiones urbanas tales como A.H. La Balanza, A.H. Manuel Arevalo y A.H. Bolívar Alto, algunos humedales afloran en los terrenos de Sider Perú y Vivero Forestal de Chimbote, presentándose con un nivel freático casi superficial. La presencia de materia orgánica y turba provocan inestabilidades en las construcciones ubicadas en dichas áreas.

c) Unidad de colinas

Constituidas por elevaciones de rocas volcánicas e intrusivas, cubiertas parcialmente por arenas eólicas, formando colinas cuyas pendientes varían de 10° a 45°.

d) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la Urb. Los Pinos, Urb. Laderas del Norte, A.H. San Pedro, A.H. El progreso y A.H. Bolivar Alto, con un espesor de 5m a 40m de profundidad aproximadamente.

2.2 Geología local

En base al reconocimiento y exploración de campo de la ciudad Chimbote y sus alrededores, se ha elaborado el siguiente mapeo geológico que indica:

a) Cretáceo Inferior

Grupo Casma: Formación la Zorra (Ki-Z)

Es una secuencia volcánica andesítica (Cerro Cruz de la Paz), conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfirítica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos.

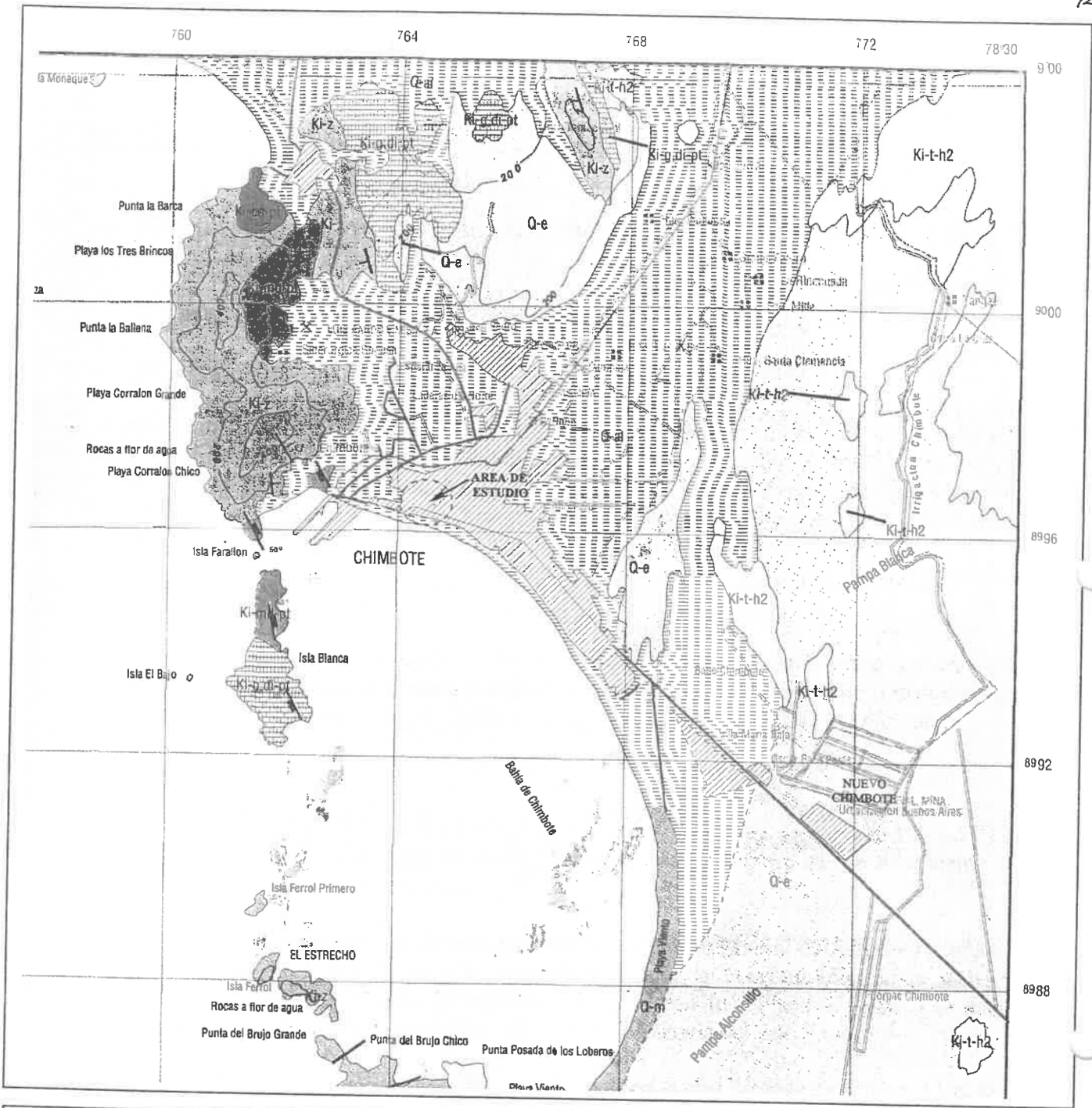
b) Rocas Intrusivas

Se encuentra constituido por granodiorita y tonalitas, ubicados en los alrededores de Chimbote, cubiertas por depósitos eólicos. Estas rocas pertenecen al Batolito de la Costa y corresponden a cuerpos ígneos que gradan de granodioritas a tonalitas.

Las rocas son de color gris oscuro, de textura granular de grano medio a grueso, en las diaclasas tienen tonalidad rojiza y están meteorizadas. No obstante, existe la tendencia a

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554



GEOLOGIA DE CHIMBOTE

LEYENDA

ERA	SISTEMA	SECTOR	PISO	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	UNIDADES INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	MARINO	MARINO	Depositos Aluviales	
				Depositos Fluviales	Q-e
				Depositos Marinos	Q-m
MESOZOICA	CRETACEO	MARINO	MARINO	Form. La Zorra	
				Complexo de Diques Cordillera	
				Microdiorita Blanca	
				Roca Básica	

GEOMG S2A.C.
Jorge Edinson Morillo Trujillo
Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

disminuir el grado de meteorización y mejorar sus propiedades físico-mecánicas en profundidad.

c) Cuaternario

Depósitos de arenas eólicas (Dunas)

Son los depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas de Chimbote, la formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Occidental Andina, desplazando en las laderas, hasta alcanzar una altura considerable como en la Urb. Laderas del Norte y A.H. San Pedro.

Depósitos marinos (Q-m)

Se encuentran distribuidas por el casco urbano de la ciudad de Chimbote e incluso llegan hasta el Estadio Manuel Gomes Arellano. Los depósitos marinos están constituidos por fragmentos de conchas con una matriz de arena mal graduada de grano medio a fino.

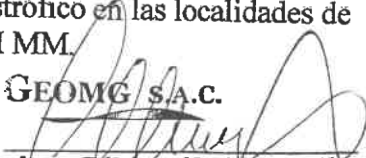
2.3 Sísmicidad

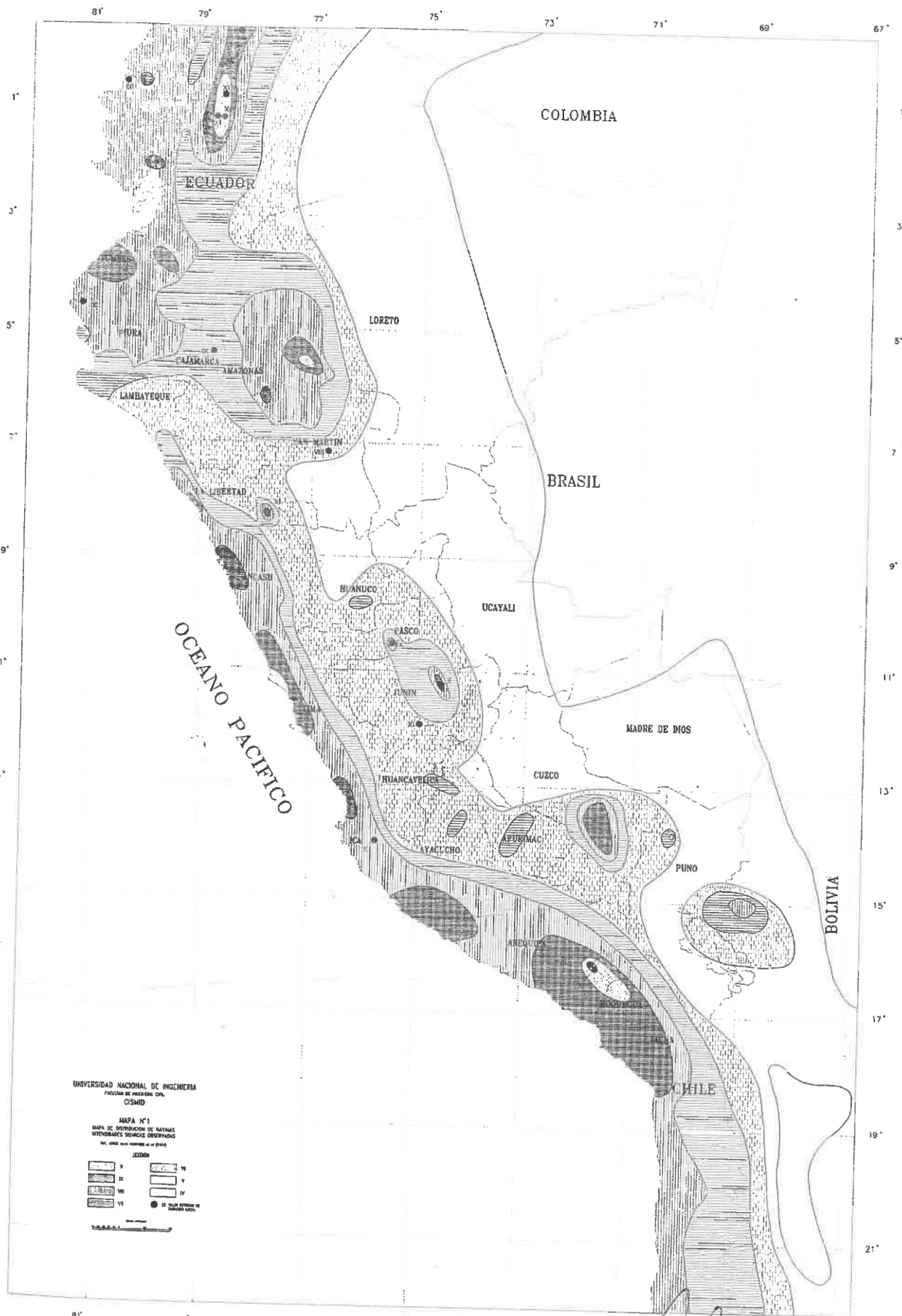
De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, Chimbote se ubica en la zona III. El área encuentra en una zona de sísmicidad alta, sismoactiva en el presente siglo, con predominio de sismos intermedios.

Los sismos en el área de estudio presentan el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano; caracterizado por la concentración de la actividad sísmica en el litoral, paralelo a la costa, por la subducción de la Placa de Nazca. Los sismos de mayores intensidades registrados en el área de influencia del estudio son:

- Sismo del 24 de mayo de 1940, que afectó las localidades de la costa central, norte y sur del Perú, alcanzando intensidades máximas de VII y VIII en la escala de Mercalli Modificada (MM).
- Sismo del 10 de noviembre de 1946, que afectó al Departamento de Ancash, alcanzando una intensidad máxima de VII MM.
- Sismo del 18 de febrero de 1956, con intensidad promedio de VIII MM, afectando el Callejón de Huaylas.
- Sismo del 17 de octubre de 1966, con intensidades máximas entre VII y VIII MM, afectando las localidades de Lima, Casma y Chimbote.
- Sismo del 31 de mayo de 1970, que ha sido un terremoto catastrófico en las localidades de Chimbote y Huaraz, alcanzando intensidades máximas de VIII MM.

GEOMG S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ODSMD

MAPA N°1
 MAPA DE DISTRIBUCION DE MATIAS
 WITKOWSKI Y SERVICIOS OPERACIONES
 S.A. - AREA DEL OROURO DE LA SIERRA

LEGENDA

[Symbol]	I	[Symbol]	VI
[Symbol]	II	[Symbol]	V
[Symbol]	III	[Symbol]	IV
[Symbol]	VII	[Symbol]	VIII
[Symbol]	VIII	[Symbol]	IX

● 25 MILES DESENGRAN DE
 MONTAÑA

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

- Sismo del 21 de agosto de 1985, que afectó las ciudades de Chimbote y Chiclayo, alcanzando una intensidad promedio de V MM.
- Sismo del 10 de octubre de 1987, con intensidades máximas de IV y V MM, sentido en las ciudades de Chimbote y Santiago de Chuco.
- Sismo del 23 de Junio del 2001, con intensidades máximas de VIII MM, sentido en las ciudades de Nazca, Ica, Arequipa y Tacna.
- Sismo del 15 de Agosto del 2007, con una magnitud de 7.5 MS, sentido en las ciudades de Pisco, Chincha, Ica y Lima.

Considerando lo expuesto se recomienda tomar un sismo base de diseño de VIII MM y adoptar aceleraciones sísmicas entre 0.15g a 0.40g. Esta información servirá para la aplicación de criterios sismorresistentes en el diseño de las obras.

3.0 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

3.1 Prospecciones de campo

3.1.1 Auscultación con DPL

Penetrometro dinámico ligero de punta cónica (DPL), consiste en introducir una sonda en el suelo empleado un martinete de 10kg, con una altura de 50cm, registrando la resistencia a la penetración cada 10cm (Normas PNTP 339.159, DIN 4020). Se realizaron seis auscultaciones con DPL de 5.00m de profundidad en promedio.

3.1.2 Calicatas

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico, se realizaron seis calicatas exploradas con barrenos hasta los 3.80m de profundidad.

3.1.3 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

3.1.4 Registro de calicatas

Paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, etc. (Ver Anexo I).

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2954

3.2 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron según normas:

➤ Ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos:

- 10 Análisis Granulométrico SUCS (ASTM-D-422),
- 10 Límite líquido (ASTM D-4318)
- 10 Límite plástico (ASTM D-4318)
- 10 Contenido de humedad (ASTM-D-216)

➤ Ensayo químico del agua

- 01 Contenido de Sulfatos (AASHTO - T- 290)
- 01 Contenido de Cloruros (AASHTO - T- 291)
- 01 Sales Solubles Totales (USBR E-8)
- 01 pH (ASTM D-4972)

Ver Anexo IV (Resultados de ensayos de laboratorio)

3.3 Clasificación de Suelos

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS - ASTM D-2487), para ello se hizo uso del programa Clas y Clasif.

4.0 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

El suelo de fundación ha sido explorada a través de las calicatas y auscultaciones siguientes: C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, DPL-01, DPL-02, DPL-03, DPL-04, DPL-04, DPL-05 y DPL-06 de estos trabajos de campo y laboratorio se deduce lo siguiente:

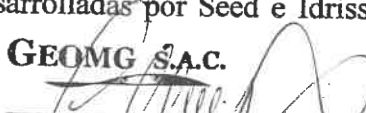
El suelo de fundación en la superficie de 0.45m a 0.80m de espesor, está conformado por losas de concreto simple y un material de relleno no calificado, constituido por arenas mal graduadas con ladrillos de arcilla y desperdicios. A mayor profundidad el suelo está constituido por arenas mal graduadas (SP), arenas limosa (SM) y arenas mal graduadas con limos (SP-SM), suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro y finos no plásticos. El nivel freático se registró a 2.50m de profundidad en la C-01 y 1.80m a C-03, medido desde el nivel de piso existente. Ver anexo I y II (Registro de excavaciones y Auscultaciones).

5.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

5.1 Análisis de Licuación de Suelos

La evaluación del potencial de licuación se efectuó sobre la auscultación DPL-01 y DPL-02, transformada al número de golpes del SPT. Para dicha evaluación se consideraron sismos de 0.15g y 0.40g de aceleración máxima superficial y magnitud $M_s = 8.0$. En cada perfil se aplicaron las metodologías desarrolladas por Seed e Idriss (1986) y Tokimatsu y Yoshimi (1983).

GEOMG S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

Se procesó un perfil, aplicando las metodologías anteriormente mencionadas incorporadas en el programa DLICUA, desarrollado en el CISMID de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual consiste en:

- Calcular la relación de esfuerzos cíclicos que induce un terremoto en el elemento de suelo ($\tau_d / \tilde{\sigma}_v$), de la forma propuesta en cada método.
- Calcular la relación de esfuerzos cíclicos que se requiere para causar licuación en el suelo ($\tau_L / \tilde{\sigma}_v$), conociendo sus características y parámetros de resistencia según se requiera en cada método.
- Evaluar el factor de resistencia a la licuación:

$$FL = \frac{\left(\tau_d / \tilde{\sigma}_v \right)}{\left(\tau_L / \tilde{\sigma}_v \right)}$$

- Si $FL > 1$ no se producirá licuación
- Si $FL \cong 1$ se producirá licuación marginal
- Si $FL < 1$ se producirá licuación.

Del análisis de licuación de suelos, se puede concluir que para un sismo severo de 7.0 a 8.0 Ms y aceleración superficial máxima de 0.40g, el suelo será susceptible hacer licuable hasta los 2.00m de profundidad.

5.2 Tipo y Profundidad de los Cimientos

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico y parámetros de resistencia, se recomienda cimentar sobre un estrato no susceptible hacer licuable, ante ello se recomienda lo siguiente:

- **En los módulos de aulas de 03 niveles:** Una profundidad de desplante de 2.50m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada. Se recomienda colocar una subzapata de concreto ciclope (1:10 + 25% PM), vibrado y con acelerante de fragua de 0.70m de altura, apoyada a los 2.50m de profundidad, a fin de cimentar las zapatas a los 1.80m de profundidad.
- **En los módulos de aulas de 01 y 02 niveles:** Una profundidad de desplante de 2.00m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada. Se recomienda colocar una subzapata de concreto ciclope (1:10 + 25% PM), vibrado y con acelerante de fragua de 0.50m de altura, apoyada a los 2.00m de profundidad, a fin de cimentar las zapatas a los 1.50m de profundidad.

GEOMG S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

5.3 Cálculo de la Capacidad Portante por Asentamiento

El análisis para cimentaciones superficiales se ha realizado utilizando el método de Terzaghi y Peck, calculo de la capacidad portante por asentamiento en base a los valores de N golpes del DPL corregidas al SPT (ensayo de penetración estándar).

El valor de la capacidad admisible para un asentamiento de una pulgada es:

$$q_{ad} = 11N \left\{ 0.5 + \frac{0.5 D_w}{D_f + B} \right\}$$

Donde:

- qad = Capacidad admisible
- N = Valor promedio mas bajo
- Dw = Nivel freático respecto a la superficie
- Df = Profundidad de cimentación
- B = ancho de zapata

Si: DPL-01 Dw = 2.50 m
 B = 2.00 m
 Carga total = 60 Tn

Df.(m)	N prom	Qad (Kpa)	Qad (Kg/cm2)
0.50	8	88.00	0.88
1.00	3	30.25	0.30
1.50	6	56.57	0.57
2.00	4	35.75	0.36
2.50	19	162.56	1.63
3.00	37	305.25	3.05
3.50	45	360.00	3.60
4.00	59	459.71	4.60
4.50	94	715.85	7.16

Módulo de 03 Niveles

Qact (Kg/cm2)	Condición Qad>Qact
1.50	No Cumple
1.50	No Cumple
1.50	No Cumple
1.50	No Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Si: Dw = 2.50 m
 DPL-01 B = 2.30 m
 Carga total = 80 Tn

Df.(m)	N prom	Q _{ad} (Kpa)	Q _{ad} (Kg/cm ²)
0.50	8	83.29	0.83
1.00	3	29.00	0.29
1.50	6	54.71	0.55
2.00	4	34.79	0.35
2.50	19	158.93	1.59
3.00	37	299.49	2.99
3.50	45	354.18	3.54
4.00	59	453.27	4.53
4.50	94	707.07	7.07

Módulo de 03 Niveles

Q _{act} (Kg/cm ²)	Condición Q _{ad} >Q _{act}
1.51	No Cumple
1.51	No Cumple
1.51	No Cumple
1.51	No Cumple
1.51	Cumple
1.51	Cumple
1.51	Cumple
1.51	Cumple
1.51	Cumple
1.51	Cumple

Si: Dw = 1.80 m
 DPL-03 B = 1.20 m
 Carga total = 20 Tn

Df.(m)	N prom	Q _{ad} (Kpa)	Q _{ad} (Kg/cm ²)
0.50	2	22.65	0.23
1.00	4	40.00	0.40
1.50	11	100.83	1.01
2.00	19	163.28	1.63
2.50	34	277.97	2.78
3.00	46	361.43	3.61
3.50	71	540.05	5.40
4.00	83	614.52	6.15

Módulo de 01 y 02 Niveles

Q _{act} (Kg/cm ²)	Condición Q _{ad} >Q _{act}
1.39	No Cumple
1.39	No Cumple
1.39	No Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple
1.39	Cumple

Si: Dw = 1.80 m
 DPL-03 B = 1.60 m
 Carga total = 40 Tn

Df.(m)	N prom	Q _{ad} (Kpa)	Q _{ad} (Kg/cm ²)
0.50	2	20.43	0.20
1.00	4	37.23	0.37
1.50	11	95.63	0.96
2.00	19	156.75	1.57
2.50	34	269.10	2.69
3.00	46	352.00	3.52
3.50	71	528.32	5.28
4.00	83	603.23	6.03

Módulo de 01 y 02 Niveles

Q _{act} (Kg/cm ²)	Condición Q _{ad} >Q _{act}
1.56	No Cumple
1.56	No Cumple
1.56	No Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple
1.56	Cumple

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Si: Dw = 1.80 m
DPL-03 B = 2.00 m
Carga total = 60 Tn

Df.(m)	N prom	Q _{ad} (Kpa)	Q _{ad} (Kg/cm ²)
0.50	2	18.92	0.19
1.00	4	35.20	0.35
1.50	11	91.61	0.92
2.00	19	151.53	1.52
2.50	34	261.80	2.62
3.00	46	344.08	3.44
3.50	71	518.30	5.18
4.00	83	593.45	5.93

Módulo de 01 y 02 Niveles

Q _{act} (Kg/cm ²)	Condición Q _{ad} >Q _{act}
1.50	No Cumple
1.50	No Cumple
1.50	No Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple
1.50	Cumple

5.4 Aspectos sísmicos

Según Norma E- 030 el área de estudio se ubica en la zona 03, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.40$. Para el diseño Sismorresistente se tiene los siguientes parámetros:

Periodo predominante $T_p (s) = 0.6$ seg.

Factor de ampliación del suelo $S = 1.2$

6.0 ANALISIS QUIMICO

Del análisis químico a la muestra agua de la C-03, el contenido de sales solubles totales es 4136 ppm, el contenido de sulfatos solubles es 1623 ppm, el contenido de cloruros solubles es 1542 ppm y 6.6 de pH. De estos resultados el suelo será agresivo a las estructuras de concreto y acero enterradas, se recomienda el uso de Cemento Pórtland Tipo V en los elementos de concreto armado en contacto con el suelo, con una relación agua cemento máxima de 0.45

GEOMG S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo de fundación en la superficie de 0.45m a 0.80m de espesor, está conformado por losas de concreto simple y un material de relleno no calificado, constituido por arenas mal graduadas con ladrillos de arcilla y desperdicios. A mayor profundidad el suelo está constituido por arenas mal graduadas, arena limosa y arenas mal graduadas con limos, suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro y finos no plásticos. El nivel freático se registró a 2.50m de profundidad en la C-01 y 1.80m a C-03, medido desde el nivel de piso existente.
- Del análisis de licuación de suelos, se puede concluir que para un sismo severo de 7.0 a 8.0 Ms y aceleración superficial máxima de 0.40g, el suelo será susceptible hacer licuable hasta los 2.00m de profundidad.
- Del análisis de cimentación se recomienda lo siguiente:
 - **En los módulos de aulas de 03 niveles:** Una profundidad de desplante de 2.50m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada. Se recomienda colocar una subzapata de concreto ciclope (1:10 + 25% PM), vibrado y con acelerante de fragua de 0.70m de altura, apoyada a los 2.50m de profundidad, a fin de cimentar las zapatas a los 1.80m de profundidad.

Si: $D_f = 2.50 \text{ m}$ y $B = 2.30 \text{ m}$

$$Q_{ad} = 1.59 \text{ kg/cm}^2$$

- **En los módulos de aulas de 01 y 02 niveles:** Una profundidad de desplante de 2.00m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado a través de zapatas con vigas de cimentación armada. Se recomienda colocar una subzapata de concreto ciclope (1:10 + 25% PM), vibrado y con acelerante de fragua de 0.50m de altura, apoyada a los 2.00m de profundidad, a fin de cimentar las zapatas a los 1.50m de profundidad.

Si: $D_f = 2.00 \text{ m}$ y $B = 1.60 \text{ m}$

$$Q_{ad} = 1.52 \text{ kg/cm}^2$$

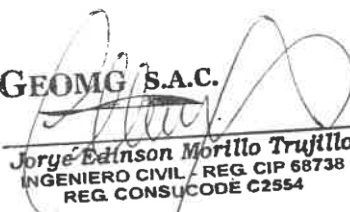
- Según Norma E-030 el área de estudio se ubica en la zona 03, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.40$. Para el diseño Sismorresistente se tiene los siguientes parámetros:

Periodo predominante $T_p (s) = 0.6 \text{ seg.}$
Factor de ampliación del suelo $S = 1.2$

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

- Para el diseño de la losa deportiva, patio central y veredas, se recomienda la eliminación del material no calificado y remplazarlo con un material de relleno calificado tipo afirmado afirmado (A1-a (0) o A1-b (0)), con un CBR $\geq 30\%$ y una sección mínima de 10cm de espesor, perfilado y compactado hasta alcanzar el 95% de su máxima densidad seca. Luego colocar un concreto con una resistencia a la compresión de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y un espesor mínimo de 10cm. (SEGÚN NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS).
- El suelo será agresivo a las estructuras acero y concreto enterradas. Se recomienda el uso de Cemento Pórtland Tipo V en las subzapatas, vigas de cimentación, zapatas, cimientos corridos, sobrecimientos, columnas, patio central y veredas con una relación agua cemento máxima de 0.45. Asimismo, deberá usarse acelerante de fraguado, en las subzapatas por la presencia del nivel freático.


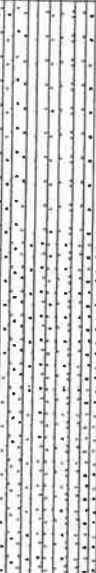
GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL / REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

ANEXO I
REGISTRO DE EXCAVACIONES

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO		
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA
Calicata	: C-01	Distrito	: CHIMBOTE
Fecha	: 05/01/2012	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.80
		Nivel Freatico (m)	: 2.50

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm ³	HN, %			
0.10						Losa de Concreto	
0.80	C A L I C A T A					Arena mal graduada con presencia de relleno (resto de ladrillo)	
2.00	B A R R E N O	M-1		6.89		Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0,37% de gravas finas, subangulosas, 93,93% de arena media a fina y 5,70% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP
3.80		M-2		25.71		Arena Limosa (SM): 1,58% de gravas finas, subangulosas, 70,96% de arena media a fina y 27,46% de finos no plásticos. Condición in situ: Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SM

Ejecutado : J.R.

Revisado :


GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

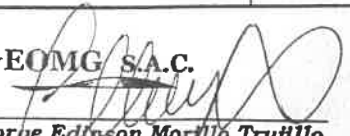
Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH				
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO				
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA	Distrito	: CHIMBOTE
Calicata	: C-02	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.80		
Fecha	: 05/01/2012	Nivel Freatico (m)	: 2.00		

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUJESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm3	HN, %			
0.00 0.20						Losa de Concreto	
0.45	C					Arena mal graduada con presencia de material plástico aislados.	
	A L I C A T A						
	B A R R E N O	M-1		28.84		Arena Mal Graduada (SP): 0.45% de gravas finas, subangulosas, 98.61% de arena media a fina y 0.94% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelta a medianamente compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP
3.80							

Ejecutado : J.R.

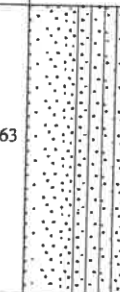
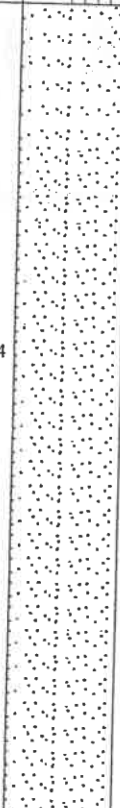
Revisado :

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO		
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA
Calicata	: C-03	Districto	: CHIMBOTE
Fecha	: 05/01/2012	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.70
		Nivel Freatico (m)	: 1.80

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm3	HN, %			
0.10	C A L I C A T A					Losa de Concreto	
0.25						Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)	
0.35						Losa de Concreto	
0.45						Arena mal graduada con presencia de relleno (resto de ladrillo)	
0.45		M-1		6.63		Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0.59% de gravas finas, subangulosas, 92.47% de arena media a fina y 0.94% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelta, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP-SM
1.30		M-2		23.34		Arena Mal Graduada (SP): 1.00% de gravas finas, subangulosas, 97.17% de arena media a fina y 1.83% de finos no plásticos. Condición in situ : Medianamente compacta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP
3.70							

Ejecutado : J.R.

Revisado :

GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCION DE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH				
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO				
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA	Distrito	: CHIMBOTE
Calicata	: C-04	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.60		
Fecha	: 05/01/2012	Nivel Freatico (m)	: 1.80		

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm3	HN, %			
0.10						Losa de Concreto	
0.40	C					Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)	
0.50	A					Losa de Concreto	
0.70	L					Arena mal graduada con presencia de relleno (resto de ladrillo)	
	I C A T A						
	B A R R E N O	M-1		22.25		<p>Arena Mal Graduada (SP): 0.71% de gravas finas, subangulosas, 97.50% de arena media a fina y 1.78% de finos no plásticos.</p> <p>Condición in situ: Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.</p>	SP
3.60							

Ejecutado : J.R.

Revisado :

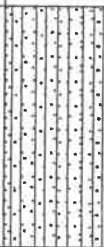
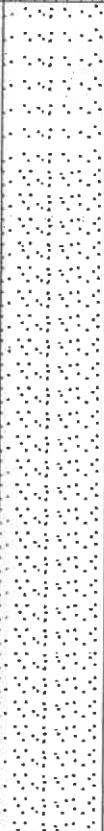
GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.


Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH				
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO				
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA	Distrito	: CHIMBOTE
Calicata	: C-05	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.50		
Fecha	: 05/01/2012	Nivel Freatico (m)	: 1.80		

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm ³	HN, %			
0.10	C A L I C A T A					Losa de Concreto	
0.30						Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)	
0.40						Losa de Concreto	
0.60						Arena mal graduada con presencia de relleno (resto de ladrillo)	
1.30		M-1		7.79		Arena Limosa (SM): 1.16% de gravas finas, subangulosas, 60.43% de arena media a fina y 38.41% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SM
3.50	B A R R E N O	M-2		23.61		Arena Mal Graduada (SP): 0.50% de gravas finas a gruesas, subangulosas, 96.85% de arena media a fina y 2.66% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP

Ejecutado : J.R.

Revisado :

GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH				
Solicita:	: SUB REGION PACIFICO				
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA	Distrito	: CHIMBOTE
Calicata	: C-06	Profundidad Alcanzada (m)	: 3.40		
Fecha	: 05/01/2012	Nivel Freatico (m)	: 2.00		

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN, g/cm3	HN, %			
0.00 0.25	C A L I C A T A					Losa de concreto y presencia de material de relleno (bloques de ladrillo aislado)	
1.10		M-1		7.91		Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0.29% de gravas finas, subangulosas, 94.39% de arena media a fina y 5.33% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacta a suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP-SM
3.40		M-2		26.11		Arena Mal Graduada (SP): 0.13% de gravas finas a gruesas, subangulosas, 97.02% de arena media a fina y 2.85% de finos no plásticos. Condición in situ: Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP

Ejecutado : J.R.

Revisado :

GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

ANEXO II
REGISTRO DE AUSCULTACIONES
DPL

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	
VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH	
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO	REALIZADO : J.M.T.
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 4.70
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012	PROF. NIVEL FREATICO (m) : 2.50

Nivel: Piso existente

AUSCULTACION : **DPL- 01**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes / 10 cm
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo	
0.10	Losa de Concreto								
0.50	Arena mal graduada con presencia de relleno (resto de ladrillo)			17	8				0.0
				12					
				10					
				6					
				10					
				6					
				4					
				3					
1.00	Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0,37% de gravas finas, subangulosas, 93,93% de arena media a fina y 5,70% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP-SM	1.56	3	3	19	27.9	-	0.5
				3					
				3					
				3					
				5					
1.50				4					
				6					
				10					
				15					
				17					
	7								
2.00	Arena Limosa (SM): 1,58% de gravas finas, subangulosas, 70,96% de arena media a fina y 27,46% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SM	1.47	3	4	22	28.4	-	1.0
				4					
				9					
				13					
				15					
2.50				19					
				49					
				32.3					
				-					
				23					
	27								
	28								
	30								
	39								
	37								
	68								
	35.2								
	-								
	42								
	43								
	39								
	36								
3.50	Arena Mal Graduada con Limos (SP-SM): Arena media a fina de finos no plásticos. Condición in situ : Compacta, saturada de color beige oscuro.	SP-SM	1.65	48	45	75	36.3	-	1.5
				53					
				60					
				70					
				60					
4.00				56					
				86					
				37.9					
				-					
				63					
	75								
	95								
	94								
	95								
	108								
	41.3								
	-								
	95								
	95								
	No desciende								
5.00									2.0

VºBº :

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

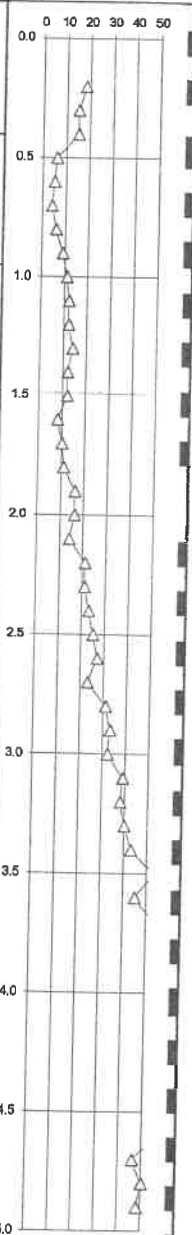
Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012
REALIZADO : J.M.T.
PROFUNDIDAD TOTAL (m): 5.00
PROF. NIVEL FREATICO (m): 2.00

Nivel: Losa existente

AUSCULTACION : **DPL-02**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo	NoPL = Nº de golpes	10 cm
0.10	Losa de Concreto			18						
0.45	Arena mal graduada con presencia de material plástico aislados.			15						
0.50			1.58	6	8	32	29.7	-		
				5						
				4						
				6						
				9						
1.00			1.59	11	10	35	30.3	-		
				12						
				12						
				14						
1.50			1.59	12	10	35	30.3	-		
				8						
				10						
				11						
				16						
2.00	Arena Mal Graduada (SP): 0.45% de gravas finas, subangulosas, 98.61% de arena media a fina y 0.94% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelta a medianamente compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP	1.61	16	15	43	31.5	-		
				14						
				21						
				21						
				23						
2.50			1.65	25	25	56	33.4	-		
				27						
				23						
				31						
				33						
3.00			1.69	32	34	65	34.8	-		
				39						
				38						
				40						
				43						
3.50			1.75	53	47	77	36.5	-		
				45						
				53						
				54						
4.00			1.79	67						
				55	58	85	37.8	-		
				54						
				54						
				57						
				54						
4.50	Arena Mal Graduada con Limos (SP-SM): Arena media a fina de finos no plásticos. Condición in situ: Compacta, saturada de color beige oscuro.	SP-SM	1.78	54	54	82	37.3	-		
				56						
				46						
				50						
				48						
5.00				57						



VºBº :

GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	
VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH	
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO	REALIZADO : J.M.T.
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 4.40
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012	PROF. NIVEL FREATICO (m) : 1.80

Nivel: Piso existientē

AUSCULTACION : DPL- 03

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes 10 cm		
					N SPT	Dr (%)	φ suelo friccionante			
0.10	Losa de Concreto									
0.25	Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)									
0.35	Losa de Concreto									
0.45	Arena mal graduada con resto de ladrillo									
0.50	Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0.59% de gravas finas, subangulosas, 92.47% de arena media a fina y 0.94% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelta, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP-SM	1.56	2	2	16	27.4	-		
			4							
			3							
			3							
			3							
1.00			1.56	5	4	22	28.4	-		
				4						
				5						
1.30				9						
				10						
1.50	Arena Mal Graduada (SP): 1.00% de gravas finas, subangulosas, 97.17% de arena media a fina y 1.83% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP	1.59	11	11	37	30.6	-		
					12					
					15					
1.80					17					
					19					
2.00					1.63	19	19	49	32.3	-
						20				
						25				
						27				
						28				
2.50			1.69	36	34	65	34.8	-		
				38						
				44						
				44						
				39						
3.00			1.74	44	46	76	36.4	-		
				55						
				54						
				65						
				68						
3.50			1.85	72	71	94	39.1	-		
				75						
				75						
				79						
				82						
4.00			1.90	84	83	102	40.3	-		
				84						
				87						
				90						
				92						
4.50			No desciende							
5.00										

VºBº :

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morino Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

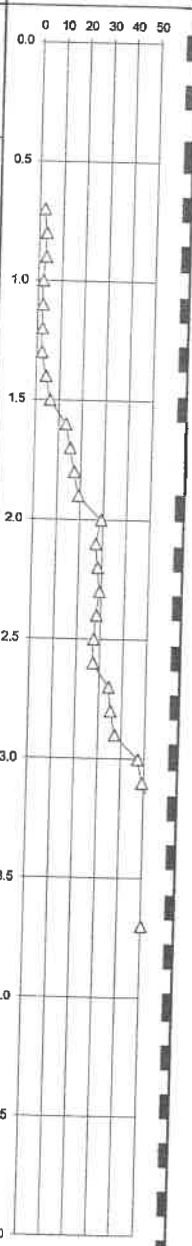
Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012
REALIZADO : J.M.T.
PROFUNDIDAD TOTAL (m): 4.40
PROF. NIVEL FREATICO (m): 1.80

Nivel: Losa existente

AUSCULTACION : **DPL-04**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo	N _{opt}	N° de golpes 10 cm	
0.10	Losa de Concreto										
0.40	Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)										
0.50	Losa de Concreto										
0.70	Arena mal graduada con resto de ladrillo										
1.00	Arena Mal Graduada (SP): 0.71% de gravas finas, subangulosas, 97.50% de arena media a fina y 1.78% de finos no plásticos. Condición in situ: Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP	1.56	2	2	16	27.4	-			
1.50			1.58	2							
1.80			1.65	4	6	7	30	29.4	-		
2.00			1.66	13	27	27	58	33.7	-		
2.50			1.73	15	28	44	74	36.1	-		
3.00			1.78	17	29	55	83	37.4	-		
3.50			1.87	19	28	75	97	39.5	-		
3.80			No desciende								
4.00											
4.50											
5.00											



VºBº :
GEOMG S.A.C.
 Jorge Edinson Merino Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

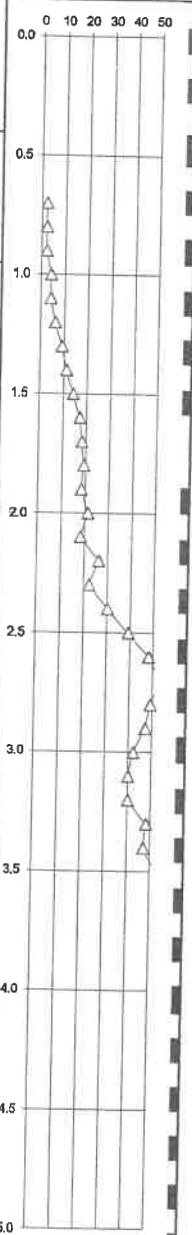
Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012
REALIZADO : J.M.T.
PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 4.40
PROF. NIVEL FREATICO (m) : 1.80

Nivel: Piso existente

AUSCULTACION : **DPL-05**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA		
					N SPT	Dr (%)	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm2) suelo cohesivo	N _{DPL}	N° de golpes 10 cm	
0.10	Losa de Concreto										
0.30	Material de relleno (bloques de ladrillo aislado)										
0.40	Losa de Concreto										
0.50											
0.80	Arena mal graduada con resto de ladrillo										
1.00	Arena Limosa (SM): 1.16% de gravas finas, subangulosas, 60.43% de arena media a fina y 38.41% de finos no plásticos. Condición in situ : Suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SM	1.47	2							
				2							
				2							
				4	3	19	27.9	-			
1.30				4							
1.50				6							
1.80				9							
2.00	Arena Mal Graduada (SP): 0.50% de gravas finas a gruesas, subangulosas, 96.85% de arena media a fina y 2.66% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP	1.61	11							
				14	14	42	31.3	-			
				17							
				18							
				19							
				18							
				21	19	49	32.3	-			
				18							
				26							
				22							
2.50				30							
				39	39	70	35.5	-			
3.00				48							
				53							
				49							
				47							
				42	43	73	36.0	-			
				40							
				40							
				48							
				47							
3.50				52	50	79	36.9	-			
				51							
				57							
				65							
4.00				67							
				67	69	93	38.9	-			
				74							
				74							
				78							
4.50				83							
				No desciende							
5.00											



VºBº :

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA	
VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH	
SOLICITA : SUB REGION PACIFICO	REALIZADO : J.M.T.
UBICACION : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH	PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 4.30
FECHA DE PERFORACION : 05/01/2012	PROF. NIVEL FREATICO (m) : 2.00

Nivel: Piso existente

AUSCULTACION : **DPL-06**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	DN, gr/cm3	NDPL	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes NDPL = 16 cm	
					N SPT	Dr (%)	φ suelo friccionante (°)	c suelo cohesivo (Kg/cm2)		
0.10	Losa de concreto y presencia de									
0.25	material de relleno (bloques de ladrillo aislado)									
0.50	Arena Mal Graduada con Limo (SP-SM): 0.29% de gravas finas, subangulosas, 94.39% de arena media a fina y 5.33% de finos no plásticos. Condición in situ: Medianamente compacta a suelto, ligeramente húmeda de color beige oscuro.	SP-SM	1.62	15	16	45	31.7	-		
				12						
				12						
				12						
1.00			1.57	8						
1.10		6		5	25	28.8	-			
		2								
1.50	Arena Mal Graduada (SP): 0.13% de gravas finas a gruesas, subangulosas, 97.02% de arena media a fina y 2.85% de finos no plásticos. Condición in situ: Suelta a compacta, húmeda a saturada de color beige oscuro.	SP	1.60	3						
				9						
				10						
				14	13	40	31.0	-		
				15						
				17						
				19						
2.00			1.63	17	19	49	32.3	-		
				24						
				27						
				29						
				30						
2.50			1.67	28	28	59	33.9	-		
				27						
				28						
				31						
3.00			1.75	44	48	77	36.6	-		
				60						
				55						
				60						
3.40			1.88	74						
3.50				79	78	99	39.8	-		
				82						
				85						
4.00			1.93	88						
				90	90	106	40.9	-		
				91						
				90						
4.50				92						
5.00				No desciende						

VºBº :

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

ANEXO III
ANALISIS DE LICUACION
(DLICUAC)

EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITADO : SUB REGION PACIFICO
UBICACION : Dist: CHIMBOTE, Prov: SANTA, Depart: ANCASH
FECHA : 05/01/2012

AUSCULTACION N°: DPL-01

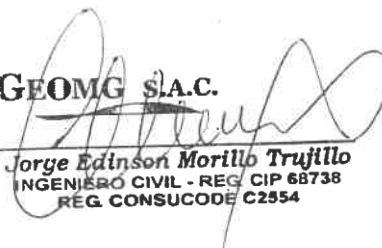
VALOR DE LA MAGNITUD: 7.0 Ms

ACELERACION MAXIMA: 0.15 g

NIVEL FREATICO: 2.50 m

PROF (mt)	CLASIF (SUCS)	DENSIDAD (Ton/m3)	SPT (N)	ESF TOT (Kg/cm2)	ESF EFEC (Kg/cm2)	F R L 1	F R L 2
1.00	SP-SM	1.56	3	0.156	0.156	0.664	1.211
1.50	SP-SM	1.57	6	0.235	0.235	1.643	1.699
2.00	SP-SM	1.47	4	0.308	0.308	0.869	1.335
2.50	SM	1.54	19	0.385	0.385	15.464	17.316
3.00	SM	1.62	37	0.466	0.416	13.833	15.579
3.50	SM	1.65	45	0.548	0.448	12.708	14.383
4.00	SM	1.80	59	0.638	0.488	11.936	13.565
4.50	SM	1.95	94	0.736	0.536	11.415	13.016

GEOMG S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG CIP 68738
REG CONSUCODE C2954

EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA
INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE,
DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

SOLICITADO : SUB REGION PACIFICO

UBICACION : Dist: CHIMBOTE, Prov: SANTA, Depart: ANCASH

FECHA : 05/01/2012

AUSCULTACION N°: DPL-01

VALOR DE LA MAGNITUD: 7.0 Ms

ACELERACION MAXIMA: 0.40 g

NIVEL FREATICO: 2.50 m

PROF (mt)	CLASIF (SUCS)	DENSIDAD (Ton/m ³)	SPT (N)	ESF TOT (Kg/cm ²)	ESF EFEC (Kg/cm ²)	F R L 1	F R L 2
1.00	SP-SM	1.56	3	0.156	0.156	0.249	0.454
1.50	SP-SM	1.57	6	0.235	0.235	0.616	0.637
2.00	SP-SM	1.47	4	0.308	0.308	0.326	0.500
2.50	SM	1.54	19	0.385	0.385	5.799	6.494
3.00	SM	1.62	37	0.466	0.416	5.187	5.842
3.50	SM	1.65	45	0.548	0.448	4.766	5.394
4.00	SM	1.80	59	0.638	0.488	4.476	5.087
4.50	SM	1.95	94	0.736	0.536	4.281	4.881

GEOMG S.A.C.

Jorge Edison Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
SOLICITADO : SUB REGION PACIFICO
UBICACION : Dist: CHIMBOTE, Prov: SANTA, Depart: ANCASH
FECHA : 05/01/2012

AUSCULTACION N°: DPL-01
VALOR DE LA MAGNITUD: 8.0 Ms
ACELERACION MAXIMA: 0.15 g
NIVEL FREATICO: 2.50 m

PROF (mt)	CLASIF (SUCS)	DENSIDAD (Ton/m3)	SPT (N)	ESF TOT (Kg/cm2)	ESF EFEC (Kg/cm2)	FRL 1	FRL 2
1.00	SP-SM	1.56	3	0.156	0.156	0.568	1.038
1.50	SP-SM	1.57	6	0.235	0.235	1.404	1.456
2.00	SP-SM	1.47	4	0.308	0.308	0.742	1.144
2.50	SM	1.54	19	0.385	0.385	15.464	14.842
3.00	SM	1.62	37	0.466	0.416	13.833	13.354
3.50	SM	1.65	45	0.548	0.448	12.708	12.328
4.00	SM	1.80	59	0.638	0.488	11.936	11.627
4.50	SM	1.95	94	0.736	0.536	11.415	11.157

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

EVALUACION DEL POTENCIAL DE LICUACION DE SUELOS

PROYECTO : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

SOLICITADO : SUB REGION PACIFICO

UBICACION : Dist: CHIMBOTE, Prov: SANTA, Depart: ANCASH

FECHA : 05/01/2012

AUSCULTACION N°: DPL-01


VALOR DE LA MAGNITUD: 8.0 Ms

ACELERACION MAXIMA: 0.40 g

NIVEL FREATICO: 2.50 m

PROF (mt)	CLASIF (SUCS)	DENSIDAD (Ton/m3)	SPT (N)	ESF TOT (Kg/cm2)	ESF EFEC (Kg/cm2)	F R L 1	F R L 2
1.00	SP-SM	1.56	3	0.156	0.156	0.213	0.389
1.50	SP-SM	1.57	6	0.235	0.235	0.527	0.546
2.00	SP-SM	1.47	4	0.308	0.308	0.278	0.429
2.50	SM	1.54	19	0.385	0.385	5.799	5.566
3.00	SM	1.62	37	0.466	0.416	5.187	5.008
3.50	SM	1.65	45	0.548	0.448	4.766	4.623
4.00	SM	1.80	59	0.638	0.488	4.476	4.360
4.50	SM	1.95	94	0.736	0.536	4.281	4.184

GEOMG, S.A.C.


Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
C.S.G. CONSUCODE 02554

ANEXO IV
RESULTADO DE ENSAYOS
DE LABORATORIO

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

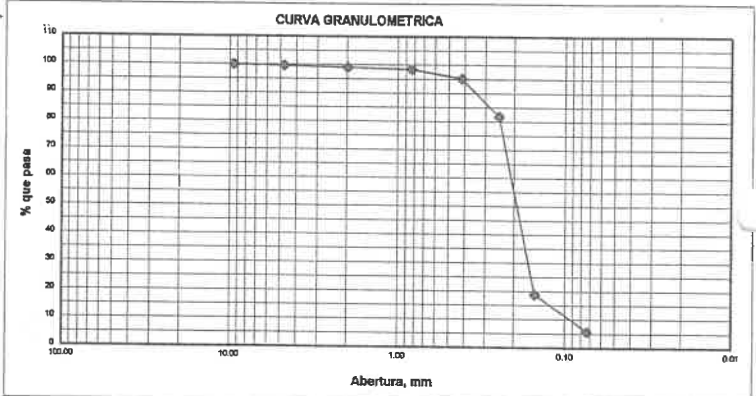
Solicita : SUB REGION PACIFICO **Fecha** : 05/01/2012

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Distrito** : CHIMBOTE

Calicata : C-01 **Muestra** : M-1 **De:** 0.80 a 2.00 m.

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	507.40		
Peso Lavado y Seco, [gr]	478.50		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	1.90	99.63
N° 10	2.000	2.60	99.11
N° 20	0.840	3.00	98.52
N° 40	0.420	16.80	95.21
N° 60	0.250	67.70	81.87
N° 100	0.150	319.90	18.82
N° 200	0.074	66.60	5.70
< N° 200		28.90	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		1
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		20.90
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		102.35
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	5.25
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	76.20
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	6.89



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.37%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	93.93%
Finos (Diam < No.200)	5.70%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP-SM

Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por:

Jorge Edison Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

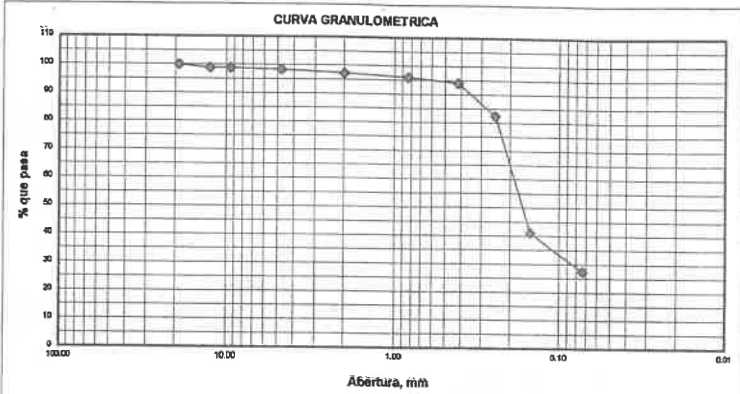
Solicita : SUB REGION PACIFICO

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Fecha** : 05/01/2012

Calicata : C-01 **Muestra** : M-2 **De:** 2.00 a 3.80 m **Distrito** : CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	568.80		
Peso Lavado y Seco, [gr]	412.60		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050	0.00	100.00
1/2"	12.500	6.40	98.87
3/8"	9.525	0.00	98.87
N° 4	4.760	2.60	98.42
N° 10	2.000	6.80	97.22
N° 20	0.840	7.00	95.99
N° 40	0.420	10.90	94.08
N° 60	0.250	65.90	82.49
N° 100	0.150	235.00	41.17
N° 200	0.074	78.00	27.46
< N° 200		166.20	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	NO PLASTICO
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		31
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		148.20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		124.15
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	24.05
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	93.55
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	25.71

Grava (No.4 < Diam < 3")	1.58%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	70.96%
Finos (Diam < No.200)	27.46%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SM



GEOMG S.A.C.

Realizado por:
 Revisado por:

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2954

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

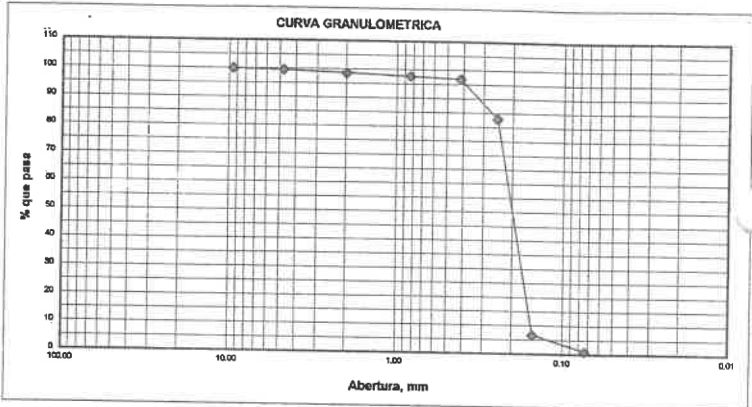
Solicita : SUB REGION PACIFICO

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Fecha** : 05/01/2012

Calicata : C-02 **Muestra** : M-1 **De:** 0.45 a 3.80 m **Distrito** : CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	649.20		
Peso Lavado y Seco, [gr]	643.10		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.760	2.90	99.55
N° 10	2.000	5.60	98.69
N° 20	0.840	6.20	97.74
N° 40	0.420	5.20	96.93
N° 60	0.250	90.30	83.03
N° 100	0.150	495.80	6.65
N° 200	0.074	37.10	0.94
< N° 200		6.10	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	NO PLASTICO
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		18
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		36.00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		203.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	165.70
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	37.40
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	129.70
		28.84



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.45%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	98.61%
Finos (Diam < No.200)	0.94%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP

Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
Revisado por: *Jorge Edinson Morillo Trujillo*
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

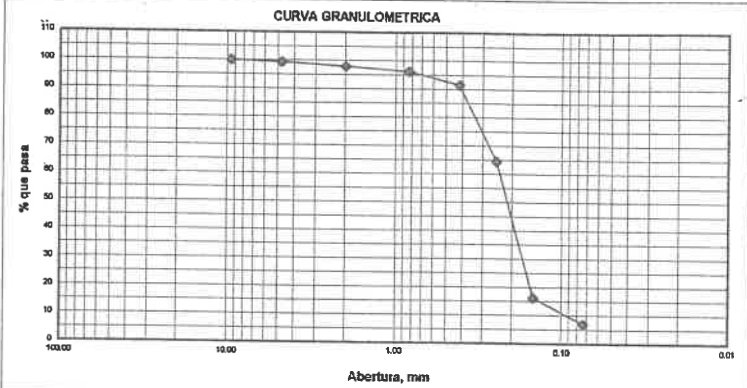
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA		
	: VÍCTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicita	: SUB REGION PACIFICO		
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA
Calicata	: C-03	Muestra	: M-1 De: 0.45 a 1.30 m.
		Fecha	: 05/01/2012
		Distrito	: CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	524.60		
Peso Lavado y Seco, [gr]	488.20		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.760	3.10	99.41
N° 10	2.000	7.90	97.90
N° 20	0.840	8.70	96.24
N° 40	0.420	24.70	91.54
N° 60	0.250	142.00	64.47
N° 100	0.150	253.00	16.24
N° 200	0.074	48.80	6.94
< N° 200		36.40	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		40
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		96.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		91.75
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	4.65
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	70.15
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	6.63



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.59%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	92.47%
Finos (Diam < No.200)	6.94%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP-SM

Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por:

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

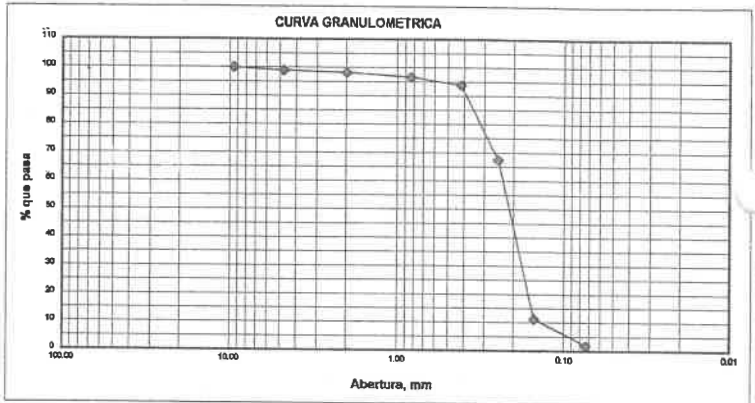
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA		
	VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicita	: SUB REGION PACIFICO	Fecha	: 05/01/2012
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA
Calicata	: C-03	Muestra	: M-2 De: 1.30 a 3.70 m.
		Distrito	: CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	490.70		
Peso Lavado y Seco, [gr]	481.70		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	4.90	99.00
N° 10	2.000	3.60	98.27
N° 20	0.840	7.70	96.70
N° 40	0.420	13.70	93.91
N° 80	0.250	129.90	67.43
N° 100	0.150	275.90	11.21
N° 200	0.074	46.00	1.83
< N° 200		9.00	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	NO PLASTICO
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		44
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		21.80
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		110.90
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	94.00
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	16.90
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	72.40
		23.34

Grava (No.4 < Diam < 3")	1.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.17%
Finos (Diam < No.200)	1.83%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP



Realizado por **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

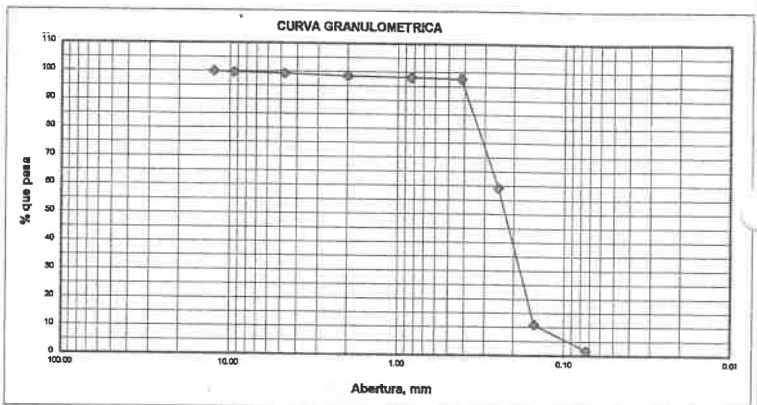
Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA			Fecha	: 05/01/2012
	VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH			Distrito	: CHIMBOTE
Solicita	: SUB REGION PACIFICO				
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA		
Calicata	: C-04	Muestra	: M-1	De:	0.70 a 3.60 m

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	617.00		
Peso Lavado y Seco, [gr]	606.00		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500	0.00	100.00
3/8"	9.525	2.30	99.63
N° 4	4.760	2.10	99.29
N° 10	2.000	4.50	98.56
N° 20	0.840	2.70	98.12
N° 40	0.420	2.20	97.76
N° 60	0.250	237.30	59.30
N° 100	0.150	298.50	10.92
N° 200	0.074	56.40	1.78
< N° 200		11.00	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		5
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		22.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		150.40
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	127.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	23.30
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	104.70

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.71%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.50%
Finos (Diam < No.200)	1.78%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP



Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por:

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2954

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
VICTOR ANDRES BELAUDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

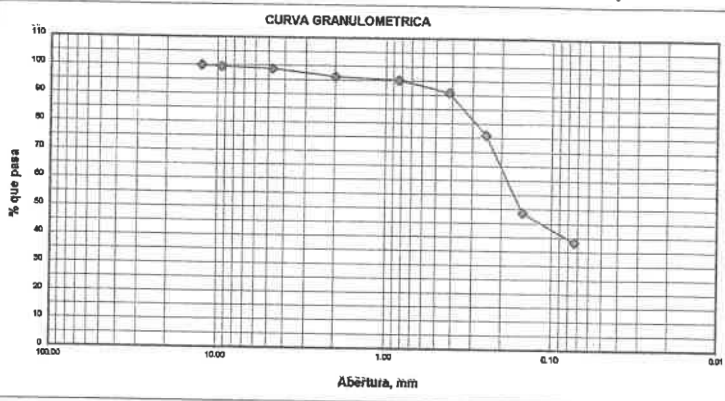
Solicita : SUB REGION PACIFICO

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Fecha** : 05/01/2012

Calicata : C-05 **Muestra** : M-1 **De:** 0.60 a 1.30 m. **Distrito** : CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	516.80		
Peso Lavado y Seco, [gr]	318.30		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500	0.00	100.00
3/8"	9.525	2.30	99.55
N° 4	4.760	3.70	98.84
N° 10	2.000	13.30	96.27
N° 20	0.840	5.60	95.18
N° 40	0.420	21.70	90.98
N° 60	0.250	77.70	75.95
N° 100	0.150	140.80	48.70
N° 200	0.074	53.20	38.41
< N° 200		198.50	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		13
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		30.80
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		120.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	6.45
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	82.85
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	7.79



Grava (No.4 < Diam < 3")	1.16%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	60.43%
Finos (Diam < No.200)	38.41%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SM

Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
Revisado por: *[Signature]*
Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash
 Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

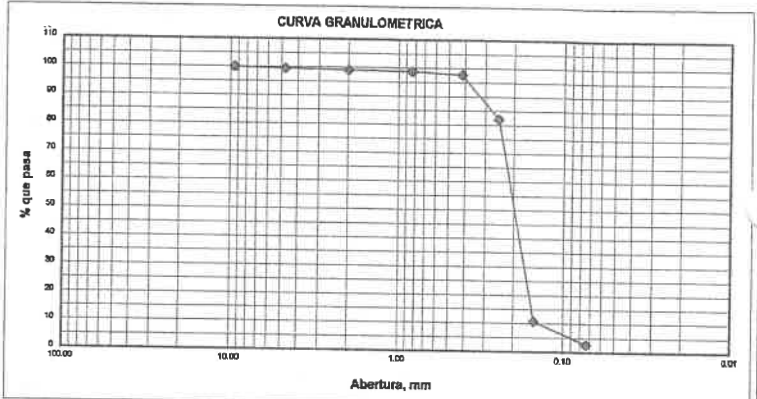
Solicita : SUB REGION PACIFICO

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Fecha** : 05/01/2012

Calicata : C-05 **Muestra** : M-2 **De:** 1.30 a 3.50 m. **Distrito** : CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	545.40		
Peso Lavado y Seco, [gr]	530.90		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.760	2.70	99.50
N° 10	2.000	2.30	99.08
N° 20	0.840	1.50	98.81
N° 40	0.420	5.70	97.76
N° 60	0.250	84.90	82.20
N° 100	0.150	389.20	10.84
N° 200	0.074	44.60	2.66
< N° 200		14.50	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	NO PLASTICO
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		45
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		22.20
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		122.20
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	103.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	19.10
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	80.90
		23.61



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.50%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	96.85%
Finos (Diam < No.200)	2.66%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP

Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por:

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Proyecto : RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
 VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

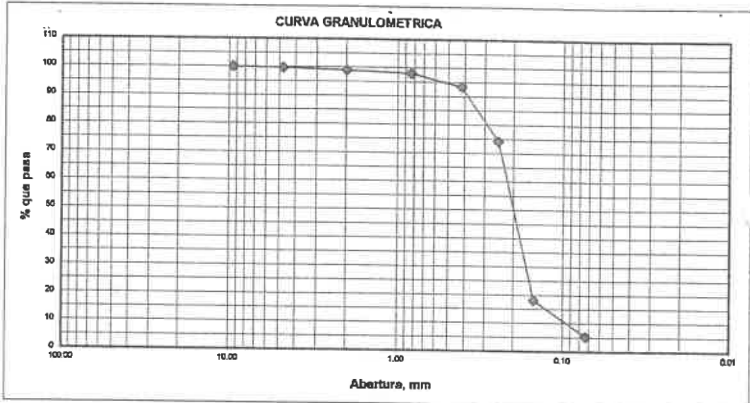
Solicita : SUB REGION PACIFICO

Departamento : ANCASH **Provincia** : SANTA **Fecha** : 05/01/2012

Calicata : C-06 **Muestra** : M-1 **De:** 0.25 a 1.10 m **Distrito** : CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	488.00		
Peso Lavado y Seco, [gr]	462.00		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.760	1.40	99.71
N° 10	2.000	3.60	98.98
N° 20	0.840	4.60	98.03
N° 40	0.420	22.60	93.40
N° 60	0.250	93.30	74.28
N° 100	0.150	273.60	18.22
N° 200	0.074	62.90	5.33
< N° 200		26.00	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		42
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		21.90
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		107.80
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	101.50
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	6.30
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	79.60

7.91



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.29%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	94.39%
Finos (Diam < No.200)	5.33%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP-SM

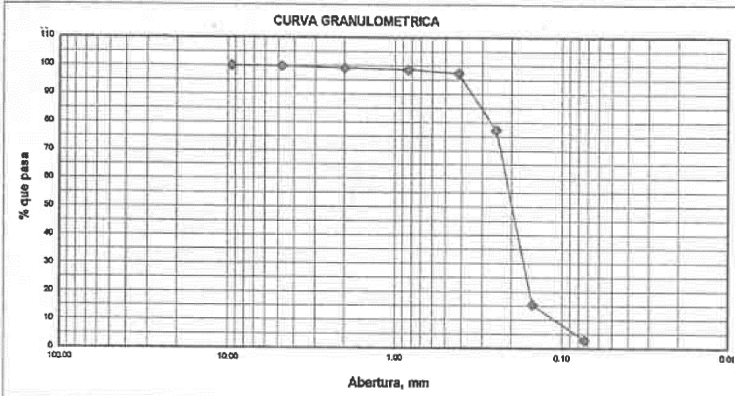
Realizado por: **GEOMG S.A.C.**
 Revisado por:

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

Proyecto	: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA		
	VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH		
Solicita	: SUB REGION PACIFICO	Fecha	: 05/01/2012
Departamento	: ANCASH	Provincia	: SANTA
Calicata	: C-06	Muestra	: M-2 De: 1.10 a 3.40 m
		Distrito	: CHIMBOTE

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	551.20		
Peso Lavado y Seco, [gr]	535.50		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.70	99.87
N° 10	2.000	3.70	99.20
N° 20	0.840	2.80	98.69
N° 40	0.420	7.00	97.42
N° 60	0.250	110.60	77.36
N° 100	0.150	341.30	15.44
N° 200	0.074	69.40	2.85
< N° 200		15.70	



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)X100	

NO PRESENTA

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	

NO PLASTICO

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		7
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		21.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		135.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	23.50
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	90.00
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	26.11



Grava (No.4 < Diam < 3")	0.13%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.02%
Finos (Diam < No.200)	2.85%
Límite Líquido	--
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP

Realizado por:
Revisado por:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
 REG. CONSUCODE C2554

GEOMG S.A.C.

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Los Héroes Mz. J2 Lt. 08 - Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

Teléf: (043) 317116 - 943866387 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

OBRA: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

SOLICITADO: SUB REGION PACIFICO

UBICACIÓN: Distrito: Chimbote – Provincia: Santa – Departamento: Ancash

FECHA: 05/01/2012

CALICATA: C-03

MUESTRA DE AGUA (N.F.=1.80m)

ENSAYOS	RESULTADO	NORMA
Contenido de Cloruros Solubles (Cl)	1542 ppm	AASHTO T291
Contenido de Sulfatos Solubles (SO4)	1623 ppm	AASHTO T290
Sales Solubles Totales	4136 ppm	USBR E-8
pH	6.6	ASTM D4972

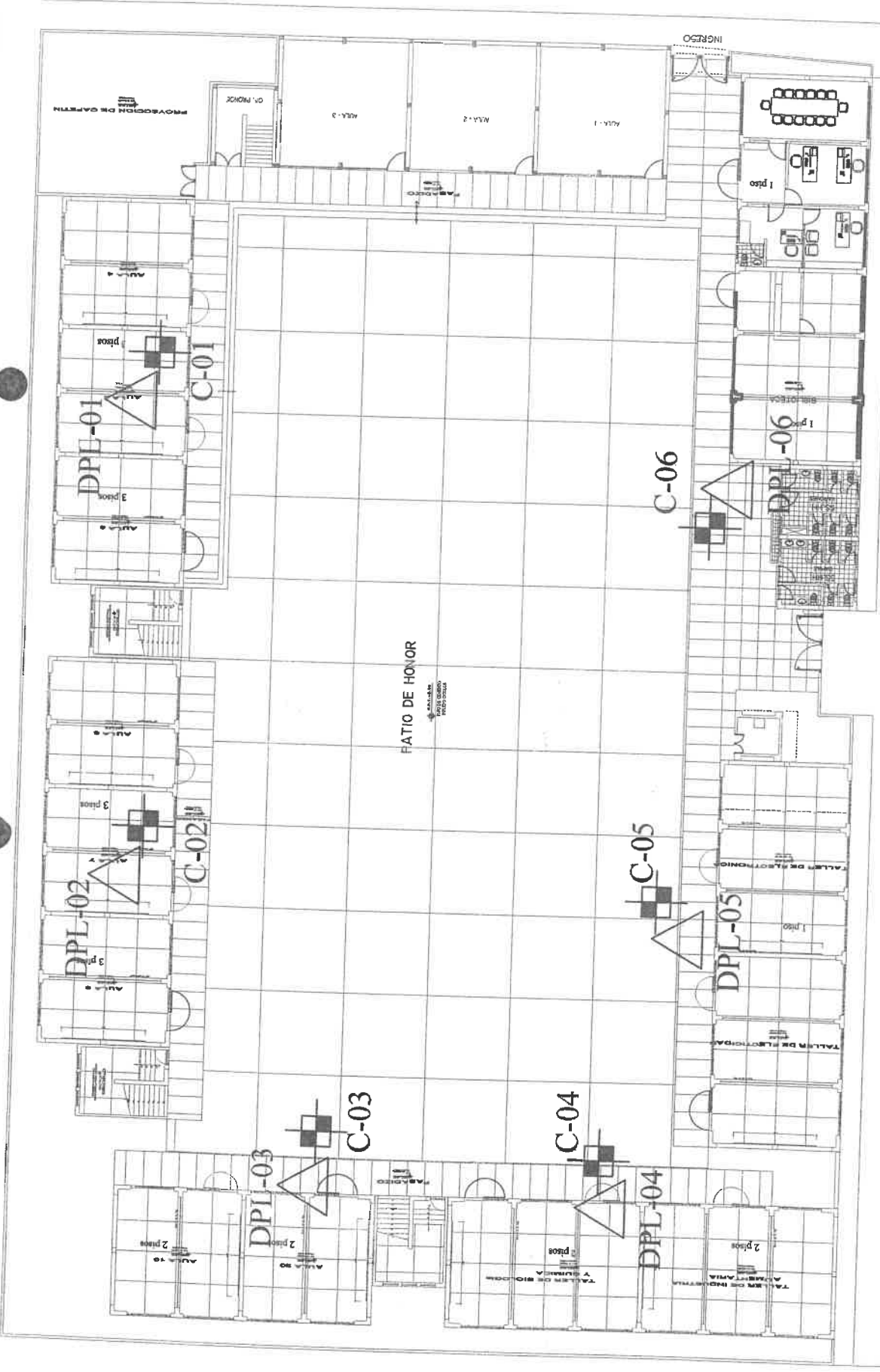
GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2654

V°B°.....

ANEXO V
PLANO DE UBICACION DE CALICATAS Y
AUSCULTACIONES

JIRON ALFONZO UGARTE



SUB REGION PACIFICO

Proyecto: RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELLAUNDE, DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL BAITA - ANCASH

Ubicación: UBICACION DE CALICATAS Y AUSCULTACIONES

Consultor Responsable: JORGE E. MORILLO TRUJILLO
REG. CONSUCODE C2538

Escala: 1/1000

Fecha: 14/02/2012

Libro: G-01

JIRON SAENZ PEÑA

LEYENDA

	AUSCULTACION DPL
	CALICATA

GEOM S.A.C.

Jorge Edison Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

**ANEXO 9: EXTRACTO DE LA
NORMA E.020**

TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS

OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes	
fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cueros	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cueros	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

6.2. Carga Viva Concentrada

a) Los pisos y techos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otras cargas vivas concentradas en exceso de 5,0 kN (500 kgf) (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.

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

6.3. Tabiquería Móvil

El peso de los tabiques móviles se incluirá como carga viva equivalente uniformemente repartida por metro cuadrado, con un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m²), para divisiones livianas móviles de media altura y de 1,0 kPa (100 kgf/m²) para divisiones livianas móviles de altura completa.

Cuando en el diseño se contemple tabiquerías móviles, deberá colocarse una nota al respecto, tanto en los planos de arquitectura como en los de estructuras.

6.4. Conformidad

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre una región rectangular representativa de 15 m² que no tenga ningún lado menor que 3,00 m.

Artículo 7.- CARGA VIVA DEL TECHO

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

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

a) Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).

b) Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m²).

c) Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m²).

d) Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.

e) Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

f) Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común o público, en cuyo caso la carga viva de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/m²).

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

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

g) Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasione.

Artículo 8.- CARGA VIVA PARA ACERAS, PISTAS, BARANDAS, PARAPETOS Y COLUMNAS EN ZONAS DE ESTACIONAMIENTO

8.1. Aceras y Pistas

a) Todas las aceras y pistas o porciones de las mismas que no se apoyen sobre el suelo se diseñarán para una carga viva mínima repartida de 5,0 kPa (500 kgf/m²).

Cuando estén sujetas a la carga de rueda de camiones, intencional o accidental, se diseñarán tales tramos de aceras o pistas para la carga vehicular máxima que se pueda imponer. Ver 9.3.

b) Los registros de Inspección, las tapas de registro y las rejillas, serán diseñados para las cargas prescritas en el inciso anterior.

**ANEXO 10: EXTRACTO DE LA
NORMA E.030**

- 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.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
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 q_u 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_l 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:

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.

ZONA	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:

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

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

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

T es 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. 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.	1,5

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B	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 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	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. Albañilería 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.

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
Albañilería 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.	0,50
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.	0,90
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 ($\Delta_{c.m.}$). 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 ($\Delta_{c.m.}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga ($\Delta_{c.m.}$). 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 sollicitaciones 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*) ≤ 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:

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

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_i) 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_a) que se calcula como:

$$M_a = \pm F_i \cdot e_i$$

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 entepiso 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 entepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entepiso 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 sollicitaciones 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 entepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la

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

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 entepiso, 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.

**ANEXO 11: EXTRACTO
DE LA NORMA
ASCE/SEI7-16**

ASCE STANDARD

ASCE/SEI

7-16

Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures

ASCE
AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS



CHAPTER 17

SEISMIC DESIGN REQUIREMENTS FOR SEISMICALLY ISOLATED STRUCTURES

17.1 GENERAL

Every seismically isolated structure and every portion thereof shall be designed and constructed in accordance with the requirements of this section and the applicable requirements of this standard.

17.1.1 Definitions. The following definitions apply only to the seismically isolated structure provisions of Chapter 17 and are in addition to the definitions presented in Chapter 11.

BASE LEVEL: The first level of the isolated structure above the isolation interface.

DISPLACEMENT RESTRAINT SYSTEM: A collection of structural elements that limits lateral displacement of seismically isolated structures caused by the maximum considered earthquake.

EFFECTIVE DAMPING: The value of equivalent viscous damping corresponding to energy dissipated during cyclic response of the isolation system.

EFFECTIVE STIFFNESS: The value of the lateral force in the isolation system, or an element thereof, divided by the corresponding lateral displacement.

ISOLATION INTERFACE: The boundary between the upper portion of the structure, which is isolated, and the lower portion of the structure, which moves rigidly with the ground.

ISOLATION SYSTEM: The collection of structural elements that includes all individual isolator units, all structural elements that transfer force between elements of the isolation system, and all connections to other structural elements. The isolation system also includes the wind-restraint system, energy-dissipation devices, and/or the displacement restraint system if such systems and devices are used to meet the design requirements of this chapter.

ISOLATOR UNIT: A horizontally flexible and vertically stiff structural element of the isolation system that permits large lateral deformations under design seismic load. An isolator unit is permitted to be used either as part of, or in addition to, the weight-supporting system of the structure.

MAXIMUM DISPLACEMENT: The maximum lateral displacement, excluding additional displacement caused by actual and accidental torsion, required for design of the isolation system. The maximum displacement is to be computed separately using upper bound and lower bound properties.

SCRAGGING: Cyclic loading or working of rubber products, including elastomeric isolators, to effect a reduction in stiffness properties, a portion of which is recovered over time.

TOTAL MAXIMUM DISPLACEMENT: The total maximum lateral displacement, including additional displacement caused by actual and accidental torsion, required for verification of the stability of the isolation system or elements thereof, design of structure separations, and vertical load testing of isolator unit prototypes. The total maximum displacement is to be computed separately using upper bound and lower bound properties.

WIND-RESTRAINT SYSTEM: The collection of structural elements that provides restraint of the seismically isolated structure for wind loads. The wind-restraint system is permitted to be either an integral part of isolator units or a separate device.

17.1.2 Symbols. Symbols presented in this section apply only to the seismically isolated structure provisions of Chapter 17 and are in addition to the symbols presented in Chapter 11.

- b = shortest plan dimension of the structure [ft (mm)], measured perpendicular to d
- B_M = numerical coefficient as set forth in Table 17.5-1 for effective damping equal to β_M
- C_{vz} = vertical distribution factor
- d = longest plan dimension of the structure [ft (mm)], measured perpendicular to b
- D_M = maximum displacement [in. (mm)], at the center of rigidity of the isolation system in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-1)
- D'_M = maximum displacement [in. (mm)], at the center of rigidity of the isolation system in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.6-1)
- D_{TM} = total maximum displacement [in. (mm)], of an element of the isolation system including both translational displacement at the center of rigidity and the component of torsional displacement in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-3)
- e = actual eccentricity [ft (mm)], measured in plan between the center of mass of the structure above the isolation interface and the center of rigidity of the isolation system, plus accidental eccentricity [ft (mm)] taken as 5% of the maximum building dimension perpendicular to the direction of force under consideration
- E_{loop} = energy dissipated [kip-in. (kN-mm)] in an isolator unit during a full cycle of reversible load over a test displacement range from Δ^+ to Δ^- , as measured by the area enclosed by the loop of the force-deflection curve
- F^+ = maximum positive force [kips (kN)] in an isolator unit during a single cycle of prototype testing at a displacement amplitude of Δ^+
- F^- = minimum negative force [kips (kN)] in an isolator unit during a single cycle of prototype testing at a displacement amplitude of Δ^-
- F_x = lateral seismic force [kips (kN)] at level x as prescribed by Eq. (17.5-9)
- h_i, h_l, h_x = height [ft (m)] above the isolation interface of level i, l , or x
- h_{ix} = height of story below level x
- k_{eff} = effective stiffness [kip/in (kN/mm)] of an isolator unit, as prescribed by Eq. (17.8-1)

k_M = effective stiffness [kip/in. (kN/mm)] of the isolation system in the horizontal direction under consideration
 L = effect of live load in Chapter 17
 N = number of isolator units
 P_T = ratio of the effective translational period of the isolation system to the effective torsional period of the isolation system, as calculated by dynamic analysis or as prescribed by Eq. 17.5-4 but need not be taken as less than 1.0
 r_j = radius of gyration of the isolation system [ft (mm)],
 R_f = numerical coefficient related to the type of seismic force-resisting system above the isolation system
 T_{fb} = fundamental period [s] of the structure above the isolation interface determined using a modal analysis assuming fixed-base conditions
 T_M = effective period [s] of the seismically isolated structure at the displacement D_M in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-2)
 V_b = total lateral seismic design force or shear on elements of the isolation system or elements below isolation system [kips (kN)], as prescribed by Eq. (17.5-5)
 V_x = total lateral seismic design force or shear on elements above the base level [kips (kN)], as prescribed by Eq. (17.5-6) and the limits of Section 17.5.4.3;
 V_{xz} = total unreduced lateral seismic design force or shear on elements above the base level [kips (kN)], as prescribed by Eq. (17.5-7)
 W = effective seismic weight [kips (kN)], of the structure above the isolation interface, as defined by Section 12.7.2
 W_x = effective seismic weight [kips (kN)], of the structure above the isolation interface, as defined by Section 12.7.2, excluding the effective seismic weight [kips (kN)] of the base level
 w_i, w_l, w_x = portion of W that is located at or assigned to level i, l , or x [kips (kN)]
 x_i, y_i = horizontal distances [ft (mm)] from the center of mass to the i th isolator unit in the two horizontal axes of the isolation system
 y = distance [ft (mm)], between the center of rigidity of the isolation system and the element of interest measured perpendicular to the direction of seismic loading under consideration
 β_{eff} = effective damping of the isolation system, as prescribed by Eq. (17.8-2)
 β_M = effective damping of the isolation system at the displacement D_M , as prescribed by Eq. (17.2-4)
 Δ^+ = maximum positive displacement [in (mm)] of an isolator unit during each cycle of prototype testing
 Δ^- = minimum negative displacement [in (mm)] of an isolator unit during each cycle of prototype testing
 λ_{max} = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for all sources of isolator property variability, as defined in Section 17.2.8.4
 λ_{min} = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for all sources of isolator property variability, as defined in Section 17.2.8.4
 $\lambda_{(pec,max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for aging effects and environmental conditions, as defined in Section 17.2.8.4
 $\lambda_{(pec,min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest,

used to account for aging effects and environmental conditions, as defined in Section 17.2.8.4

$\lambda_{(pec,max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for permissible manufacturing variation on the average properties of a group of same-sized isolators, as defined in Section 17.2.8.4

$\lambda_{(pec,min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for permissible manufacturing variation on the average properties of a group of same-sized isolators, as defined in Section 17.2.8.4

$\lambda_{(nat,max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for heating, rate of loading, and scragging, as defined in Section 17.2.8.4

$\lambda_{(nat,min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for heating, rate of loading, and scragging, as defined in Section 17.2.8.4

ΣE_M = total energy dissipated [kip-in. (kN-mm)], in the isolation system during a full cycle of response at displacement D_M

$\Sigma |F_D^+|_{max}$ = sum, for all isolator units, of the maximum absolute value of force [kips (kN)], at a positive displacement equal to D_M

$\Sigma |F_D^-|_{max}$ = sum, for all isolator units, of the maximum absolute value of force [kips (kN)], at a negative displacement equal to D_M

17.2 GENERAL DESIGN REQUIREMENTS

17.2.1 Importance Factor. All portions of the structure, including the structure above the isolation system, shall be assigned a risk category in accordance with Table 1.5-1. The Importance Factor, I_p , shall be taken as 1.0 for a seismically isolated structure, regardless of its risk category assignment.

17.2.2 Configuration. Each isolated structure shall be designated as having a structural irregularity if the structural configuration above the isolation system has a Type 1b horizontal structural irregularity, as defined in Table 12.3-1, or Type 1a, 1b, 5a, 5b vertical irregularity, as defined in Table 12.3-2.

17.2.3 Redundancy. A redundancy factor, ρ , shall be assigned to the structure above the isolation system based on requirements of Section 12.3.4. The value of the redundancy factor, ρ , is permitted to be equal to 1.0 for isolated structures that do not have a structural irregularity, as defined in Section 17.2.2.

17.2.4 Isolation System

17.2.4.1 Environmental Conditions. In addition to the requirements for vertical and lateral loads induced by wind and earthquake, the isolation system shall provide for other environmental conditions, including aging effects, creep, fatigue, operating temperature, and exposure to moisture or damaging substances.

17.2.4.2 Wind Forces. Isolated structures shall resist design wind loads at all levels above the isolation interface. At the isolation interface, a wind-restraint system shall be provided to limit lateral displacement in the isolation system to a value equal to that required between floors of the structure above the isolation interface in accordance with Section 17.5.6.

17.2.4.3 Fire Resistance. Fire resistance for the isolation system shall provide at least the same degree of protection as

the fire resistance required for the columns, walls, or other such gravity-bearing elements in the same region of the structure.

17.2.4.4 Lateral Restoring Force. The isolation system shall be configured, for both upper bound and lower bound isolation system properties, to produce a restoring force such that the lateral force at the corresponding maximum displacement is at least $0.025 W$ greater than the lateral force at 50% of the corresponding maximum displacement.

17.2.4.5 Displacement Restraint. The isolation system shall not be configured to include a displacement restraint that limits lateral displacement caused by risk-targeted maximum considered earthquake (MCE_R) ground motions to less than the total maximum displacement, D_{TM} , unless the seismically isolated structure is designed in accordance with all of the following criteria:

1. MCE_R response is calculated in accordance with the dynamic analysis requirements of Section 17.6, explicitly considering the nonlinear characteristics of the isolation system and the structure above the isolation system.
2. The ultimate capacity of the isolation system and structural elements below the isolation system shall exceed the strength and displacement demands of the MCE_R response.
3. The structure above the isolation system is checked for stability and ductility demand of the MCE_R response.
4. The displacement restraint does not become effective at a displacement less than 0.6 times the total maximum displacement.

17.2.4.6 Vertical-Load Stability. Each element of the isolation system shall be designed to be stable under the design vertical load where it is subjected to a horizontal displacement equal to the total maximum displacement. The design vertical load shall be computed using load combination 2 of Section 17.2.7.1 for the maximum vertical load and load combination 3 of Section 17.2.7.1 for the minimum vertical load.

17.2.4.7 Overturning. The factor of safety against global structural overturning at the isolation interface shall not be less than 1.0 for required load combinations. All gravity and seismic loading conditions shall be investigated. Seismic forces for overturning calculations shall be based on MCE_R ground motions, and W shall be used for the vertical restoring force.

Local uplift of individual elements shall not be allowed unless the resulting deflections do not cause overstress or instability of the isolator units or other structure elements.

17.2.4.8 Inspection and Replacement. All of the following items shall be addressed as part of the long-term inspection and replacement program:

1. Access for inspection and replacement of all components of the isolation system shall be provided.
2. A registered design professional (RDP) shall complete a final series of observations of structure separation areas and components that cross the isolation interface before the issuance of the certificate of occupancy for the seismically isolated structure. Such observations shall verify that conditions allow free and unhindered displacement of the structure up to the total maximum displacement and that components that cross the isolation interface have been constructed to accommodate the total maximum displacement.
3. Seismically isolated structures shall have a monitoring, inspection, and maintenance plan for the isolation system

established by the registered design professional responsible for the design of the isolation system.

4. Remodeling, repair, or retrofitting at the isolation system interface, including that of components that cross the isolation interface, shall be performed under the direction of a registered design professional.

17.2.4.9 Quality Control. A quality control testing program for isolator units shall be established by the registered design professional responsible for the structural design, incorporating the production testing requirements of Section 17.8.5.

17.2.5 Structural System

17.2.5.1 Horizontal Distribution of Force. A horizontal diaphragm or other structural elements shall provide continuity above the isolation interface and shall have adequate strength and ductility to transmit forces from one part of the structure to another.

17.2.5.2 Minimum Building Separations. Minimum separations between the isolated structure and surrounding retaining walls or other fixed obstructions shall not be less than the total maximum displacement.

17.2.5.3 Nonbuilding Structures. Nonbuilding structures shall be designed and constructed in accordance with the requirements of Chapter 15 using design displacements and forces calculated in accordance with Sections 17.5 or 17.6.

17.2.5.4 Steel Ordinary Concentrically Braced Frames. Steel ordinary concentrically braced frames are permitted as the seismic force-resisting system in seismically isolated structures assigned to Seismic Design Category D, E, and F and are permitted to a height of 160 ft (48.4 m) or less provided that all of the following design requirements are satisfied:

1. The value of R_f as defined in Section 17.5.4 is 1.0.
2. The total maximum displacement (D_{TM}) as defined in Eq. (17.5-3) shall be increased by a factor of 1.2.

17.2.5.5 Isolation System Connections. Moment-resisting connections of structural steel elements of the seismic isolation system below the base level are permitted to conform to the requirements for ordinary steel moment frames of AISC 341, E1.6a and E1.6b.

17.2.6 Elements of Structures and Nonstructural Components. Parts or portions of an isolated structure, permanent nonstructural components and the attachments to them, and the attachments for permanent equipment supported by a structure shall be designed to resist seismic forces and displacements as prescribed by this section and the applicable requirements of Chapter 13.

17.2.6.1 Components at or above the Isolation Interface. Elements of seismically isolated structures and nonstructural components, or portions thereof that are at or above the isolation interface, shall be designed to resist a total lateral seismic force equal to the maximum dynamic response of the element or component under consideration determined using a response history analysis.

EXCEPTION: Elements of seismically isolated structures and nonstructural components or portions designed to resist seismic forces and displacements as prescribed in Chapter 12 or 13 as appropriate are not required to meet this provision.

17.2.6.2 Components Crossing the Isolation Interface. Elements of seismically isolated structures and nonstructural components, or portions thereof that cross the isolation interface, shall be designed to withstand the total maximum displacement and to accommodate on a long-term basis any permanent residual displacement.

17.2.6.3 Components below the Isolation Interface. Elements of seismically isolated structures and nonstructural components, or portions thereof that are below the isolation interface, shall be designed and constructed in accordance with the requirements of Section 12.1 and Chapter 13.

17.2.7 Seismic Load Effects and Load Combinations. All members of the isolated structure, including those not part of the seismic force-resisting system, shall be designed using the seismic load effects of Section 12.4 and the additional load combinations of Section 17.2.7.1 for design of the isolation system and for testing of prototype isolator units.

17.2.7.1 Isolator Unit Vertical Load Combinations. The average, minimum, and maximum vertical load on each isolator unit type shall be computed from application of horizontal seismic forces, Q_E , caused by MCE_R ground motions and the following applicable vertical load combinations:

1. Average vertical load: load corresponding to 1.0 dead load plus 0.5 live load.
2. Maximum vertical load: load combination 6 of Section 2.3.6, where E is given by Eq. (12.4-1) and S_{DS} is replaced by S_{MS} in Eq. (12.4-4a).
3. Minimum vertical load: load combination 7 of Section 2.3.6, where E is given by Eq. (12.4-2) and S_{DS} is replaced by S_{MS} in Eq. (12.4-4a).

17.2.8 Isolation System Properties

17.2.8.1 Isolation System Component Types. All components of the isolation system shall be categorized and grouped in terms of common type and size of isolator unit and common type and size of supplementary damping device, if such devices are also components of the isolation system.

17.2.8.2 Isolator Unit Nominal Properties. Isolator unit nominal design properties shall be based on average properties over the three cycles of prototype testing, specified by Item 2 of Section 17.8.2.2. Variation in isolator unit properties with vertical load are permitted to be established based on a single representative deformation cycle by averaging the properties determined using the three vertical load combinations specified in Section 17.2.7.1, at each displacement level, where required to be considered by Section 17.8.2.2.

EXCEPTION: If the measured values of isolator unit effective stiffness and effective damping for load combination 1 of Section 17.2.7.1 differ by less than 15% from the those based on the average of measured values for the three vertical load combinations of Section 17.2.7.1, then nominal design properties are permitted to be computed only for load combination 1 of Section 17.2.7.1.

17.2.8.3 Bounding Properties of Isolation System Components. Bounding properties of isolation system components shall be developed for each isolation system component type. Bounding properties shall include variation in all of the following component properties:

1. Measured by prototype testing, Item 2 of Section 17.8.2.2, considering variation in prototype isolator unit properties

caused by required variation in vertical test load, rate of test loading or velocity effects, effects of heating during cyclic motion, history of loading, scragging (temporary degradation of mechanical properties with repeated cycling), and other potential sources of variation measured by prototype testing.

2. Permitted by manufacturing specification tolerances used to determine acceptability of production isolator units, as required by Section 17.8.5, and
3. Because of aging and environmental effects, including creep, fatigue, contamination, operating temperature and duration of exposure to that temperature, and wear over the life of the structure.

17.2.8.4 Property Modification Factors. Maximum and minimum property modification (λ) factors shall be used to account for variation of the nominal design parameters of each isolator unit type for the effects of heating caused by cyclic dynamic motion, loading rate, scragging and recovery, variability in production bearing properties, temperature, aging, environmental exposure, and contamination. When manufacturer-specific qualification test data in accordance with Section 17.8 have been approved by the registered design professional, these data are permitted to be used to develop the property modification factors, and the maximum and minimum limits of Eqs. (17.2-1) and (17.2-2) need not apply. When qualification test data in accordance with Section 17.8 have not been approved by the registered design professional, the maximum and minimum limits of Eqs. (17.2-1) and (17.2-2) shall apply.

Property modification factors (λ) shall be developed for each isolator unit type, and when applied to the nominal design parameters shall envelop the hysteretic response for the range of demands from $\pm 0.5D_M$ up to and including the maximum displacement, $\pm D_M$. Property modification factors for environmental conditions are permitted to be developed from data that need not satisfy the similarity requirements of Section 17.8.2.7.

For each isolator unit type, the maximum property modification factor, λ_{max} , and the minimum property modification factor, λ_{min} , shall be established from contributing property modification factors in accordance with Eqs. (17.2-1) and (17.2-2), respectively:

$$\lambda_{max} = (1 + (0.75 \times (\lambda_{(sc,max)} - 1))) \times \lambda_{(test,max)} \times \lambda_{(spec,max)} \geq 1.8 \quad (17.2-1)$$

$$\lambda_{min} = (1 - (0.75 \times (1 - \lambda_{(sc,min)}))) \times \lambda_{(test,min)} \times \lambda_{(spec,min)} \leq 0.60 \quad (17.2-2)$$

where

$\lambda_{(sc,max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for aging effects and environmental conditions.

$\lambda_{(sc,min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for aging effects and environmental conditions.

$\lambda_{(test,max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for heating, rate of loading, and scragging.

$\lambda_{(max, min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for heating, rate of loading, and scragging.

$\lambda_{(proc, max)}$ = property modification factor for calculation of the maximum value of the isolator property of interest, used to account for permissible manufacturing variation on the average properties of a group of same-sized isolators.

$\lambda_{(proc, min)}$ = property modification factor for calculation of the minimum value of the isolator property of interest, used to account for permissible manufacturing variation on the average properties of a group of same-sized isolators.

EXCEPTION: If the prototype isolator testing is conducted on a full-scale specimen that satisfies the dynamic test data of Section 17.8.2.3, then the values of the property modification factors shall be based on the test data, and the upper and lower limits of Eqs. (17.2-1) and (17.2-2) need not apply.

17.2.8.5 Upper Bound and Lower Bound Force-Deflection Behavior of Isolation System Components. A mathematical model of upper bound force-deflection (loop) behavior of each type of isolation system component shall be developed. Upper bound force-deflection behavior of isolation system components that are essentially hysteretic devices (e.g., isolator units) shall be modeled using the maximum values of isolator properties calculated using the property modification factors of Section 17.2.8.4. Upper bound force-deflection behavior of isolation system components that are essentially viscous devices (e.g., supplementary viscous dampers) shall be modeled in accordance with the requirements of Chapter 18 for such devices.

A mathematical model of lower bound force-deflection (loop) behavior of each type of isolation system component shall be developed. Lower bound force-deflection behavior of isolation system components that are essentially hysteretic devices (e.g., isolator units) shall be modeled using the minimum values of isolator properties calculated using the property modification factors of Section 17.2.8.4. Lower bound force-deflection behavior of isolation system components that are essentially viscous devices (e.g., supplementary viscous dampers) shall be modeled in accordance with the requirements of Chapter 18 for such devices.

17.2.8.6 Isolation System Properties at Maximum Displacements. The effective stiffness, k_M , of the isolation system at the maximum displacement, D_M , shall be computed using both upper bound and lower bound force-deflection behavior of individual isolator units, in accordance with Eq. (17.2-3):

$$k_M = \frac{\sum |F_M^+| + \sum |F_M^-|}{2D_M} \quad (17.2-3)$$

The effective damping, β_M , of the isolation system at the maximum displacement, D_M , in inches (mm) shall be computed using both upper bound and lower bound force-deflection behavior of individual isolator units, in accordance with Eq. (17.2-4):

$$\beta_M = \frac{\sum E_M}{2\pi k_M D_M^2} \quad (17.2-4)$$

where

$\sum E_M$ = total energy dissipated [kips-in. (kN-mm)] in the isolation system during a full cycle of response at the displacement D_M .

$\sum F_M^+$ = sum, for all isolator units, of the absolute value of force [kips (kN)] at a positive displacement equal to D_M .

$\sum F_M^-$ = sum, for all isolator units, of the absolute value of force [kips (kN)] at a negative displacement equal to D_M .

17.2.8.7 Upper Bound and Lower Bound Isolation System Properties at Maximum Displacement. The analysis of the isolation system and structure shall be performed separately for upper bound and lower bound properties, and the governing case for each response parameter of interest shall be used for design. In addition, the analysis shall comply with all of the following:

1. For the equivalent lateral force procedure, and for the purposes of establishing minimum forces and displacements for dynamic analysis, the following variables shall be calculated independently for upper bound and lower bound isolation system properties: k_M and β_M per Section 17.2.8.6 (Eqs. (17.2-3) and (17.2-4)), D_M per Section 17.5.3.1 (Eq. (17.5-1)), T_M per Section 17.5.3.2 (Eq. (17.5-2)), D_{FM} per Section 17.5.3.3 (Eq. (17.5-3)), V_b per Section 17.5.4.1 (Eq. (17.5-5)), and V_x and V_z per Section 17.5.4.2 (Eqs. (17.5-6) and (17.5-7)).
2. The limitations on V_x established in Section 17.5.4.3 shall be evaluated independently for both upper bound and lower bound isolation system properties, and the most adverse requirement shall govern.
3. For the equivalent lateral force procedure and for the purposes of establishing minimum story shear forces for response spectrum analysis, the vertical force distribution from Section 17.5.5 shall be determined separately for upper bound and lower bound isolation system properties. This determination will require independent calculation of F_1 , F_x , C_{vx} , and k , per Eqs. (17.5-8) through (17.5-11), respectively.

17.3 SEISMIC GROUND MOTION CRITERIA

17.3.1 Site-Specific Seismic Hazard. The MCE_R response spectrum requirements of Sections 11.4.5 and 11.4.6 are permitted to be used to determine the MCE_R response spectrum for the site of interest. The site-specific ground motion procedures set forth in Chapter 21 are also permitted to be used to determine ground motions for any isolated structure. For isolated structures on Site Class F sites, site response analysis shall be performed in accordance with Section 21.1.

17.3.2 MCE_R Response Spectra and Spectral Response Acceleration Parameters, S_{MS} , S_{M1} . The MCE_R response spectrum shall be the MCE_R response spectrum of Sections 11.4.6, or 11.4.7. The MCE_R response spectral acceleration parameters S_{MS} and S_{M1} shall be determined in accordance with Section 11.4.4 or 11.4.8.

17.3.3 MCE_R Ground Motion Records. Where response history analysis procedures are used, MCE_R ground motions shall consist of not less than seven pairs of horizontal acceleration components selected and scaled from individual recorded events that have magnitudes, fault distances, and source mechanisms that are consistent with those that control the MCE_R . Amplitude or spectral matching is permitted to scale the ground motions. Where the required number of recorded

ground motion pairs is not available, simulated ground motion pairs are permitted to make up the total number required.

For each pair of horizontal ground motion components, a square root of the sum of the squares (SRSS) spectrum shall be constructed by taking the SRSS of the 5%-damped response spectra for the scaled components (when amplitude scaling is used, an identical scale factor is applied to both components of a pair). Each pair of motions shall be scaled such that in the period range from $0.75T_M$, determined using upper bound isolation system properties, to $1.25T_M$, determined using lower bound isolation system properties, the average of the SRSS spectra from all horizontal component pairs does not fall below the corresponding ordinate of the response spectrum used in the design (MCE_R), determined in accordance with Section 11.4.6 or 11.4.7.

For records that are spectrally matched, each pair of motions shall be scaled such that in the period range from $0.2T_M$, determined using upper bound properties, to $1.25T_M$, determined using lower bound properties, the response spectrum of one component of the pair is at least 90% of the corresponding ordinate of the response spectrum used in the design determined in accordance with Section 11.4.6 or 11.4.7.

For sites within 3 mi (5 km) of the active fault that controls the hazard, spectral matching shall not be used unless the pulse characteristics of the near-field ground motions are included in the site-specific response spectra, and pulse characteristics, when present in individual ground motions, are retained after the matching process has been completed.

At sites within 3 mi (5 km) of the active fault that controls the hazard, each pair of components shall be rotated to the fault-normal and fault-parallel directions of the causative fault and shall be scaled so that the average spectrum of the fault-normal components is not less than the MCE_R spectrum and the average spectrum of the fault-parallel components is not less than 50% of the MCE_R response spectrum for the period range $0.2T_M$, determined using upper bound properties, to $1.25T_M$, determined using lower bound properties.

17.4 ANALYSIS PROCEDURE SELECTION

Seismically isolated structures except those defined in Section 17.4.1 shall be designed using the dynamic procedures of Section 17.6. Where supplementary viscous dampers are used, the response history analysis procedures of Section 17.4.2.2 shall be used.

17.4.1 Equivalent Lateral Force Procedure. The equivalent lateral force procedure of Section 17.5 is permitted to be used for design of a seismically isolated structure provided that all of the following items are satisfied. These requirements shall be evaluated separately for upper bound and lower bound isolation system properties, and the more restrictive requirement shall govern.

1. The structure is located on a Site Class A, B, C, or D site.
2. The effective period of the isolated structure at the maximum displacement, D_M , is less than or equal to 5.0 s.
3. The structure above the isolation interface is less than or equal to four stories or 65 ft (19.8 m) in structural height measured from the base level.

EXCEPTION: These limits are permitted to be exceeded if there is no tension or uplift on the isolators.

4. The effective damping of the isolation system at the maximum displacement, D_M , is less than or equal to 30%.
5. The effective period of the isolated structure T_M is greater than three times the elastic, fixed-base period of the

structure above the isolation system, determined using a rational modal analysis.

6. The structure above the isolation system does not have a structural irregularity, as defined in Section 17.2.2.
7. The isolation system meets all of the following criteria:
 - a. The effective stiffness of the isolation system at the maximum displacement is greater than one-third of the effective stiffness at 20% of the maximum displacement.
 - b. The isolation system is capable of producing a restoring force, as specified in Section 17.2.4.4.
 - c. The isolation system does not limit maximum earthquake displacement to less than the total maximum displacement, D_{TM} .

17.4.2 Dynamic Procedures. The dynamic procedures of Section 17.6 are permitted to be used as specified in this section.

17.4.2.1 Response Spectrum Analysis Procedure. Response spectrum analysis procedure shall not be used for design of a seismically isolated structure unless the structure, site, and isolation system meet the criteria of Section 17.4.1, Items 1, 2, 3, 4, and 6.

17.4.2.2 Response History Analysis Procedure. The response history analysis procedure is permitted to be used for design of any seismically isolated structure and shall be used for design of all seismically isolated structures not meeting the criteria of Section 17.4.2.1.

17.5 EQUIVALENT LATERAL FORCE PROCEDURE

17.5.1 General. Where the equivalent lateral force procedure is used to design seismically isolated structures, the requirements of this section shall apply.

17.5.2 Deformation Characteristics of the Isolation System. Minimum lateral earthquake design displacements and forces on seismically isolated structures shall be based on the deformation characteristics of the isolation system. The deformation characteristics of the isolation system include the effects of the wind-restraint system if such a system is used to meet the design requirements of this standard. The deformation characteristics of the isolation system shall be based on properly substantiated prototype tests performed in accordance with Section 17.8 and shall incorporate property modification factors in accordance with Section 17.2.8.4.

The analysis of the isolation system and structure shall be performed separately for upper bound and lower bound properties, and the governing case for each response parameter of interest shall be used for design.

17.5.3 Minimum Lateral Displacements Required for Design

17.5.3.1 Maximum Displacement. The isolation system shall be designed and constructed to withstand, at a minimum, the maximum displacement, D_M , determined using upper bound and lower bound properties, in the most critical direction of horizontal response, calculated using Eq. (17.5-1):

$$D_M = \frac{g S_M T_M}{4 \pi^2 B_M} \quad (17.5-1)$$

where

g = acceleration caused by gravity [in./s^2 (mm/s^2)] if the units of the displacement D_M are in in. (mm);

Table 17.5-1 Damping Factor, B_M

Effective Damping, β_M (percentage of critical) ^{a,b}	B_M Factor
≤2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥50	2.0

^aThe damping factor shall be based on the effective damping of the isolation system determined in accordance with the requirements of Section 17.2.8.6.

^bThe damping factor shall be based on linear interpolation for effective damping values other than those given.

S_{M1} = MCE_g 5% damped spectral acceleration parameter at 1-s period in units of g -sec, as determined in Section 11.4.4 or 11.4.8;

T_M = effective period of the seismically isolated structure [s] at the displacement D_M in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-2); and

B_M = numerical coefficient as set forth in Table 17.5-1 for the effective damping of the isolation system β_M at the displacement D_M .

17.5.3.2 Effective Period at the Maximum Displacement. The effective period of the isolated structure, T_M , at the maximum displacement, D_M , shall be determined using upper bound and lower bound deformational characteristics of the isolation system and Eq. (17.5-2):

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_M g}} \quad (17.5-2)$$

where

W = effective seismic weight of the structure above the isolation interface as defined in Section 12.7.2;

k_M = effective stiffness [kip/in. (kN/mm)] of the isolation system at the maximum displacement, D_M , as prescribed by Eq. (17.2-3); and

g = acceleration caused by gravity [in./s² (mm/s²)] if the units of k_M are in kip/in. (kN/mm).

17.5.3.3 Total Maximum Displacement. The total maximum displacement, D_{TM} , of elements of the isolation system shall include additional displacement caused by actual and accidental torsion calculated from the spatial distribution of the lateral stiffness of the isolation system and the most disadvantageous location of eccentric mass. The total maximum displacement, D_{TM} , of elements of an isolation system shall not be taken as less than that prescribed by Eq. (17.5-3):

$$D_{TM} = D_M \left[1 + \left(\frac{y}{P_T} \right) \frac{12e}{b^2 + d^2} \right] \quad (17.5-3)$$

where

D_M = displacement at the center of rigidity of the isolation system in the direction under consideration as prescribed by Eq. (17.5-1);

y = the distance [in. (mm)] between the centers of rigidity of the isolation system and the element of interest measured perpendicular to the direction of seismic loading under consideration;

e = the actual eccentricity measured in plan between the center of mass of the structure above the isolation interface and the center of rigidity of the isolation system, plus accidental eccentricity [ft (mm)], taken as 5% of the longest plan dimension of the structure perpendicular to the direction of force under consideration;

b = the shortest plan dimension of the structure [ft (mm)] measured perpendicular to d ;

d = the longest plan dimension of the structure [ft (mm)]; and

P_T = ratio of the effective translational period of the isolation system to the effective torsional period of the isolation system, as calculated by dynamic analysis or as prescribed by Eq. (17.5-4) but need not be taken as less than 1.0.

$$P_T = \frac{1}{r_I} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2 + y_i^2)}{N}} \quad (17.5-4)$$

where

x_i, y_i = horizontal distances [ft (mm)] from the center of mass to the i th isolator unit in the two horizontal axes of the isolation system;

N = number of isolator units;

r_I = radius of gyration of the isolation system [ft (mm)], which is equal to $((b^2 + d^2)/12)^{1/2}$ for isolation systems of rectangular plan dimension, $b \times d$.

The total maximum displacement, D_{TM} , shall not be taken as less than 1.15 times D_M .

17.5.4 Minimum Lateral Forces Required for Design

17.5.4.1 Isolation System and Structural Elements below the Base Level. The isolation system, the foundation, and all structural elements below the base level shall be designed and constructed to withstand a minimum lateral seismic force, V_b , using all of the applicable requirements for a nonisolated structure as prescribed by the value of Eq. (17.5-5), determined using both upper bound and lower bound isolation system properties:

$$V_b = k_M D_M \quad (17.5-5)$$

where

k_M = effective stiffness [kip/in. (kN/mm)] of the isolation system at the displacement D_M , as prescribed by Eq. (17.2-3) and

D_M = maximum displacement [in. (mm)] at the center of rigidity of the isolation system in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-1).

V_b shall not be taken as less than the maximum force in the isolation system at any displacement up to and including the maximum displacement D_M , as defined in Section 17.5.3

Overtopping loads on elements of the isolation system, the foundation, and structural elements below the base level caused by lateral seismic force V_b shall be based on the vertical distribution of force of Section 17.5.5, except that the unreduced

lateral seismic design force V_x shall be used in lieu of V_x in Eq. (17.5-9).

17.5.4.2 Structural Elements above the Base Level. The structure above the base level shall be designed and constructed using all of the applicable requirements for a non-isolated structure for a minimum shear force, V_x , determined using upper bound and lower bound isolation system properties, as prescribed by Eq. (17.5-6):

$$V_x = \frac{V_b}{R_f} \quad (17.5-6)$$

where

R_f = numerical coefficient related to the type of seismic force-resisting system above the isolation system; and
 V_x = total unreduced lateral seismic design force or shear on elements above the base level, as prescribed by Eq. (17.5-7).

The R_f factor shall be based on the type of seismic force-resisting system used for the structure above the base level in the direction of interest and shall be three-eighths of the value of R given in Table 12.2-1, with a maximum value not greater than 2.0 and a minimum value not less than 1.0.

EXCEPTION: The value of R_f is permitted to be taken as greater than 2.0, provided the strength of the structure above the base level in the direction of interest, as determined by nonlinear static analysis at a roof displacement corresponding to a maximum story drift the lesser of the MCE_k drift or $0.015h_{xx}$, is not less than 1.1 times V_b .

The total unreduced lateral seismic force or shear on elements above the base level shall be determined using upper bound and lower bound isolation system properties, as prescribed by Eq. (17.5-7):

$$V_x = V_b \left(\frac{W_x}{W} \right)^{(1-2.5\beta_M)} \quad (17.5-7)$$

where

W = effective seismic weight [kips (kN)] of the structure above the isolation interface as defined in Section 12.7.2; and
 W_x = effective seismic weight [kips (kN)] of the structure above the isolation interface as defined in Section 12.7.2, excluding the effective seismic weight [kips (kN)] of the base level.

The effective seismic weight W_x in Eq. (17.5-7) shall be taken as equal to W when the average distance from the top of the isolator to the underside of the base level floor framing above the isolators exceeds 3 ft (0.9 m).

EXCEPTION: For isolation systems whose hysteretic behavior is characterized by an abrupt transition from preyield to postyield or preslip to postslip behavior, the exponent term $(1-2.5\beta_M)$ in Eq. (17.5-7) shall be replaced by $(1-3.5\beta_M)$.

17.5.4.3 Limits on V_x . The value of V_x shall not be taken as less than each of the following:

1. The lateral seismic force required by Section 12.8 for a fixed-base structure of the same effective seismic weight, W_x , and a period equal to the period of the isolation system using the upper bound properties T_M ;

2. The base shear corresponding to the factored design wind load; and
3. The lateral seismic force, V_x , calculated using Eq. (17.5-7), and with V_b set equal to the force required to fully activate the isolation system using the greater of the upper bound properties, or
 - a. 1.5 times the nominal properties for the yield level of a softening system,
 - b. the ultimate capacity of a sacrificial wind-restraint system,
 - c. the breakaway friction force of a sliding system, or
 - d. the force at zero displacement of a sliding system following a complete dynamic cycle of motion at D_M .

17.5.5 Vertical Distribution of Force. The lateral seismic force V_x shall be distributed over the height of the structure above the base level, using upper bound and lower bound isolation system properties, using the following equations:

$$F_1 = \frac{(V_b - V_x)}{R_f} \quad (17.5-8)$$

and

$$F_x = C_{vx} V_x \quad (17.5-9)$$

and

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=2}^n w_i h_i^k} \quad (17.5-10)$$

and

$$k = 14\beta_M T_{fb} \quad (17.5-11)$$

where

F_1 = lateral seismic force [kips (kN)] induced at level 1, the base level;
 F_x = lateral seismic force [kips (kN)] induced at level x , $x > 1$;
 C_{vx} = vertical distribution factor;
 V_x = total lateral seismic design force or shear on elements above the base level as prescribed by Eq. (17.5-6) and the limits of Section 17.5.4.3;
 $w_i w_x$ = portion of W_x that is located at or assigned to level i or x ;
 $h_i h_x$ = height above the isolation interface of level i or x ; and
 T_{fb} = the fundamental period, in s, of the structure above the isolation interface determined using a rational modal analysis assuming fixed-base conditions.

EXCEPTION: In lieu of Eqs. (17.5-6) and (17.5-9), the lateral seismic force F_x is permitted to be calculated as the average value of the force at level x in the direction of interest using the results of a simplified stick model of the building and a lumped representation of the isolation system using response history analysis scaled to V_b/R_f at the base level.

17.5.6 Drift Limits. The maximum story drift of the structure above the isolation system shall not exceed $0.015h_{xx}$. The drift shall be calculated by Eq. (12.8-15) with C_d for the isolated structure equal to R_f as defined in Section 17.5.4.2.

17.6 DYNAMIC ANALYSIS PROCEDURES

17.6.1 General. Where dynamic analysis is used to design seismically isolated structures, the requirements of this section shall apply.

17.6.2 Modeling. The mathematical models of the isolated structure, including the isolation system, the seismic force-resisting system, and other structural elements, shall conform to Section 12.7.3 and to the requirements of Sections 17.6.2.1 and 17.6.2.2.

17.6.2.1 Isolation System. The isolation system shall be modeled using deformational characteristics developed in accordance with Section 17.2.8. The lateral displacements and forces shall be computed separately for upper bound and lower bound isolation system properties as defined in Section 17.2.8.5. The isolation system shall be modeled with sufficient detail to capture all of the following:

1. Spatial distribution of isolator units.
2. Translation, in both horizontal directions, and torsion of the structure above the isolation interface considering the most disadvantageous location of eccentric mass.
3. Overturning and uplift forces on individual isolator units.
4. Effects of vertical load, bilateral load, and/or the rate of loading if the force-deflection properties of the isolation system are dependent on one or more of these attributes.

The total maximum displacement, D_{TM} , across the isolation system shall be calculated using a model of the isolated structure that incorporates the force-deflection characteristics of nonlinear elements of the isolation system and the seismic force-resisting system.

17.6.2.2 Isolated Structure. The maximum displacement of each floor and design forces and displacements in elements of the seismic force-resisting system are permitted to be calculated using a linear elastic model of the isolated structure provided that all elements of the seismic force-resisting system of the structure above the isolation system remain essentially elastic.

Seismic force-resisting systems with essentially elastic elements include, but are not limited to, regular structural systems designed for a lateral force not less than 100% of V_s determined in accordance with Sections 17.5.4.2 and 17.5.4.3.

The analysis of the isolation system and structure shall be performed separately for upper bound and lower bound properties, and the governing case for each response parameter of interest shall be used for design.

17.6.3 Description of Procedures

17.6.3.1 General. Response spectrum analysis shall be performed in accordance with Section 12.9 and the requirements of Section 17.6.3.3. Response history analysis shall be performed in accordance with the requirements of Section 17.6.3.4.

17.6.3.2 MCE_R Ground Motions. The MCE_R ground motions of Section 17.3 shall be used to calculate the lateral forces and displacements in the isolated structure, the total maximum displacement of the isolation system, and the forces in the isolator units, isolator unit connections, and supporting framing immediately above and below the isolators used to resist isolator P-delta demands.

17.6.3.3 Response Spectrum Analysis Procedure. Response spectrum analysis shall be performed using a modal damping value for the fundamental mode in the direction of interest

not greater than the effective damping of the isolation system or 30% of critical, whichever is less. Modal damping values for higher modes shall be selected consistent with those that would be appropriate for response spectrum analysis of the structure above the isolation system assuming a fixed base.

Response spectrum analysis used to determine the total maximum displacement shall include simultaneous excitation of the model by 100% of the ground motion in the critical direction and 30% of the ground motion in the perpendicular, horizontal direction. The maximum displacement of the isolation system shall be calculated as the vector sum of the two orthogonal displacements.

17.6.3.4 Response History Analysis Procedure. Response history analysis shall be performed for a set of ground motion pairs selected and scaled in accordance with Section 17.3.3. Each pair of ground motion components shall be applied simultaneously to the model, considering the most disadvantageous location of eccentric mass. The maximum displacement of the isolation system shall be calculated from the vector sum of the two orthogonal displacements at each time step.

The parameters of interest shall be calculated for each ground motion used for the response history analysis, and the average value of the response parameter of interest shall be used for design.

For sites identified as near-fault, each pair of horizontal ground motion components shall be rotated to the fault-normal and fault-parallel directions of the causative faults and applied to the building in such orientation.

For all other sites, individual pairs of horizontal ground motion components need not be applied in multiple orientations.

17.6.3.4.1 Accidental Mass Eccentricity. Torsional response resulting from lack of symmetry in mass and stiffness shall be accounted for in the analysis. In addition, accidental eccentricity consisting of displacement of the center of mass from the computed location by an amount equal to 5% of the diaphragm dimension, separately in each of two orthogonal directions at the level under consideration.

The effects of accidental eccentricity are permitted to be accounted for by amplifying forces, drifts, and deformations determined from an analysis using only the computed center of mass, provided that factors used to amplify forces, drifts, and deformations of the center-of-mass analysis are shown to produce results that bound all the mass-eccentric cases.

17.6.4 Minimum Lateral Displacements and Forces

17.6.4.1 Isolation System and Structural Elements below the Base Level. The isolation system, foundation, and all structural elements below the base level shall be designed using all of the applicable requirements for a nonisolated structure and the forces obtained from the dynamic analysis without reduction, but the design lateral force shall not be taken as less than 90% of V_b determined by Eq. (17.5-5).

The total maximum displacement of the isolation system shall not be taken as less than 80% of D_{TM} as prescribed by Section 17.5.3.3 except that D'_M is permitted to be used in lieu of D_M where

$$D'_M = \frac{D_M}{\sqrt{1 + (T/T_M)^2}} \quad (17.6-1)$$

and

D_M = maximum displacement [in. (mm)] at the center of rigidity of the isolation system in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-1);

T = elastic, fixed-base period, in s, of the structure above the isolation system as determined by Section 12.8.2, including the coefficient C_u , if the approximate period formulas are used to calculate the fundamental period; and

T_M = effective period, in s, of the seismically isolated structure, at the displacement D_M in the direction under consideration, as prescribed by Eq. (17.5-2).

17.6.4.2 Structural Elements above the Base Level. Subject to the procedure-specific limits of this section, structural elements above the base level shall be designed using the applicable requirements for a nonisolated structure and the forces obtained from the dynamic analysis reduced by a factor of R_I as determined in accordance with Section 17.5.4.2.

For response spectrum analysis, the design shear at any story shall not be less than the story shear resulting from application of the forces calculated using Eq. (17.5-9) and a value of V_b equal to the base shear obtained from the response spectrum analysis in the direction of interest.

For response history analysis of regular structures, the value of V_b shall not be taken as less than 80% of that determined in accordance with Section 17.5.4.1, and the value V_r shall not be taken as less than 100% of the limits specified by Section 17.5.4.3.

For response history analysis of irregular structures, the value of V_b shall not be taken as less than 100% of that determined in accordance with Section 17.5.4.1, and the value V_r shall not be taken as less than 100% of the limits specified by Section 17.5.4.3.

17.6.4.3 Scaling of Results. Where the factored lateral shear force on structural elements, determined using either the response spectrum or response history procedure, is less than the minimum values prescribed by Sections 17.6.4.1 and 17.6.4.2, all design parameters shall be adjusted upward proportionally.

17.6.4.4 Drift Limits. Maximum story drift corresponding to the design lateral force including displacement caused by vertical deformation of the isolation system shall comply with either of the following limits:

1. Where response spectrum analysis is used, the maximum story drift of the structure above the isolation system shall not exceed $0.015h_{ex}$.
2. Where response history analysis based on the force-deflection characteristics of nonlinear elements of the seismic force-resisting system is used, the maximum story drift of the structure above the isolation system shall not exceed $0.020h_{ex}$.

Drift shall be calculated using Eq. (12.8-15) with the C_d of the isolated structure equal to R_I as defined in Section 17.5.4.2.

The secondary effects of the maximum lateral displacement of the structure above the isolation system combined with gravity forces shall be investigated if the story drift ratio exceeds $0.010/R_I$.

17.7 DESIGN REVIEW

An independent design review of the isolation system and related test programs shall be performed by one or more individuals

possessing knowledge of the following items with a minimum of one reviewer being a registered design professional (RDP). Isolation system design review shall include, but not be limited to, all of the following:

1. Project design criteria, including site-specific spectra and ground motion histories.
2. Preliminary design, including the selection of the devices, determination of the maximum displacement, the total maximum displacement, and the lateral force level.
3. Review of qualification data and appropriate property modification factors for the manufacturer and device selected.
4. Prototype testing program (Section 17.8.2).
5. Final design of the entire structural system and all supporting analyses, including modeling of isolators for response history analysis if performed.
6. Isolator production testing program (Section 17.8.5).

17.8 TESTING

17.8.1 General. The deformation characteristics and damping values of the isolation system used in the design and analysis of seismically isolated structures shall be based on tests of a selected sample of the components before construction as described in this section. The isolation system components to be tested shall include the wind-restraint system if such a system is used in the design.

The tests specified in this section are for establishing and validating the isolator unit and isolation system test properties that are used to determine design properties of the isolation system in accordance with Section 17.2.8.

17.8.1.1 Qualification Tests. Isolation device manufacturers shall submit for approval by the registered design professional the results of qualification tests, analysis of test data, and supporting scientific studies that are permitted to be used to quantify the effects of heating caused by cyclic dynamic motion, loading rate, scragging, variability and uncertainty in production bearing properties, temperature, aging, environmental exposure, and contamination. The qualification testing shall be applicable to the component types, models, materials, and sizes to be used in the construction. The qualification testing shall have been performed on components manufactured by the same manufacturer supplying the components to be used in the construction. When scaled specimens are used in the qualification testing, principles of scaling and similarity shall be used in the interpretation of the data.

17.8.2 Prototype Tests. Prototype tests shall be performed separately on two full-size specimens (or sets of specimens, as appropriate) of each predominant type and size of isolator unit of the isolation system. The test specimens shall include the wind-restraint system if such a system is used in the design. Specimens tested shall not be used for construction unless they are accepted by the registered design professional responsible for the design of the structure.

17.8.2.1 Record. For each cycle of each test, the force-deflection behavior of the test specimen shall be recorded.

17.8.2.2 Sequence and Cycles. Each of the following sequence of tests shall be performed for the prescribed number of cycles at a vertical load equal to the average dead load plus

one-half the effects caused by live load on all isolator units of a common type and size. Before these tests, the production set of tests specified in Section 17.8.5 shall be performed on each isolator:

1. Twenty fully reversed cycles of loading at a lateral force corresponding to the wind design force.
2. The sequence of either item (a) or item (b) below shall be performed:
 - a. Three fully reversed cycles of loading at each of the following increments of the displacement: $0.25D_M$, $0.5D_M$, $0.67D_M$, and $1.0D_M$ where D_M is determined in Section 17.5.3.1 or Section 17.6, as appropriate.
 - b. The following sequence, performed dynamically at the effective period, T_M : continuous loading of one fully reversed cycle at each of the following increments of the maximum displacement: $1.0D_M$, $0.67D_M$, $0.5D_M$, and $0.25D_M$ followed by continuous loading of one fully reversed cycle at $0.25D_M$, $0.5D_M$, $0.67D_M$, and $1.0D_M$. A rest interval is permitted between these two sequences.
3. Three fully reversed cycles of loading at the maximum displacement, $1.0D_M$.
4. The sequence of either item (a) or item (b) below shall be performed:
 - a. $30S_M/(S_M B_M)$, but not fewer than 10, continuous fully reversed cycles of loading at 0.75 times the maximum displacement, $0.75D_M$.
 - b. The test of item (a), performed dynamically at the effective period, T_M . This test may comprise separate sets of multiple cycles of loading, with each set consisting of not fewer than five continuous cycles.

If an isolator unit is also a vertical load-carrying element, then item 3 of the sequence of cyclic tests specified in the preceding text shall be performed for two additional vertical load cases specified in Section 17.2.7.1. The load increment caused by earthquake overturning, Q_E , shall be equal to or greater than the peak earthquake vertical force response corresponding to the test displacement being evaluated. In these tests, the combined vertical load shall be taken as the typical or average downward force on all isolator units of a common type and size. Axial load and displacement values for each test shall be the greater of those determined by analysis using upper bound and lower bound values of isolation system properties determined in accordance with Section 17.2.8.5. The effective period T_M shall be the lower of those determined by analysis using upper bound and lower bound values.

17.8.2.3 Dynamic Testing. Tests specified in Section 17.8.2.2 shall be performed dynamically at the lower of the effective periods, T_M , determined using upper bound and lower bound properties.

Dynamic testing shall not be required if the prototype testing has been performed dynamically on similar-sized isolators that meet the requirements of Section 17.8.2.7, and the testing was conducted at similar loads and accounted for the effects of velocity, amplitude of displacement, and heating effects. The prior dynamic prototype test data shall be used to establish factors that adjust three-cycle average values of k_d and E_{loop} to account for the difference in test velocity and heating effects and to establish $\lambda_{(test, min)}$ and $\lambda_{(test, max)}$.

Only if full-scale testing is not possible, reduced-scale prototype specimens can be used to quantify rate-dependent properties

of isolators. The reduced-scale prototype specimens shall be of the same type and material and shall be manufactured with the same processes and quality as full-scale prototypes and shall be tested at a frequency that represents full-scale prototype loading rates.

17.8.2.4 Units Dependent on Bilateral Load. If the force-deflection properties of the isolator units exhibit bilateral load dependence, the tests specified in Sections 17.8.2.2 and 17.8.2.3 shall be augmented to include bilateral load at the following increments of the maximum displacement, D_M : 0.25 and 1.0, 0.5 and 1.0, 0.67 and 1.0, and 1.0 and 1.0.

If reduced-scale specimens are used to quantify bilateral-load-dependent properties, they shall meet the requirements of Section 17.8.2.7; the reduced-scale specimens shall be of the same type and material and manufactured with the same processes and quality as full-scale prototypes.

The force-deflection properties of an isolator unit shall be considered to be dependent on bilateral load if the effective stiffness when subjected to bilateral loading is different by more than 15% from the effective stiffness subjected to unilateral loading.

17.8.2.5 Maximum and Minimum Vertical Load. Isolator units that carry vertical load shall be subjected to one fully reversed cycle of loading at the total maximum displacement, D_{TM} , and at each of the vertical loads corresponding to the maximum and minimum downward vertical loads as specified in Section 17.2.7.1 on any one isolator of a common type and size. Axial load and displacement values for each test shall be the greater of those determined by analysis using the upper bound and lower bound values of isolation system properties determined in accordance with Section 17.2.8.5.

EXCEPTION: In lieu of envelope values for a single test, it shall be acceptable to perform two tests, one each for the combination of vertical load and horizontal displacement obtained from analysis using the upper bound and lower bound values of isolation system properties, respectively, determined in accordance with Section 17.2.8.5.

17.8.2.6 Sacrificial Wind-Restraint Systems. If a sacrificial wind-restraint system is to be used, its ultimate capacity shall be established by test.

17.8.2.7 Testing Similar Units. Prototype tests need not be performed if an isolator unit, when compared to another tested unit, complies with all of the following criteria:

1. The isolator design is not more than 15% larger nor more than 30% smaller than the previously tested prototype, in terms of governing device dimensions; and
2. The design is of the same type and materials; and
3. The design has an energy dissipated per cycle, E_{loop} , that is not less than 85% of the previously tested unit; and
4. The design is fabricated by the same manufacturer using the same or more stringent documented manufacturing and quality control procedures; and
5. For elastomeric type isolators, the design shall not be subject to a greater shear strain nor greater vertical stress than that of the previously tested prototype; and
6. For sliding type isolators, the design shall not be subject to a greater vertical stress or sliding velocity than that of the previously tested prototype using the same sliding material.

The prototype testing exemption above shall be approved by independent design review, as specified in Section 17.7.

When the results of tests of similar isolator units are used to establish dynamic properties in accordance with Section 17.8.2.3, in addition to Items 2 to 4 above, the following criteria shall be satisfied:

7. The similar unit shall be tested at a frequency that represents design full-scale loading rates in accordance with principles of scaling and similarity.
8. The length scale of reduced-scale specimens shall not be greater than two.

17.8.3 Determination of Force-Deflection Characteristics. The force-deflection characteristics of an isolator unit shall be based on the cyclic load tests of prototype isolators specified in Section 17.8.2.

As required, the effective stiffness of an isolator unit, k_{eff} , shall be calculated for each cycle of loading as prescribed by Eq. (17.8-1):

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} \quad (17.8-1)$$

where F^+ and F^- are the positive and negative forces, at the maximum positive and minimum negative displacements Δ^+ and Δ^- , respectively.

As required, the effective damping, β_{eff} , of an isolator unit shall be calculated for each cycle of loading by Eq. (17.8-2):

$$\beta_{eff} = \frac{2 E_{loop}}{\pi k_{eff} (|\Delta^+| + |\Delta^-|)^2} \quad (17.8-2)$$

where the energy dissipated per cycle of loading, E_{loop} , and the effective stiffness, k_{eff} , shall be based on peak test displacements of Δ^+ and Δ^- .

As required, the postyield stiffness, k_d , of each isolator unit shall be calculated for each cycle of loading using the following assumptions:

1. A test loop shall be assumed to have bilinear hysteretic characteristics with values of k_1 , k_d , f_o , f_y , k_{off} , and E_{loop} as shown in Fig. 17.8-1.
2. The computed loop shall have the same values of effective stiffness, k_{eff} , and energy dissipated per cycle of loading, E_{loop} , as the test loop.

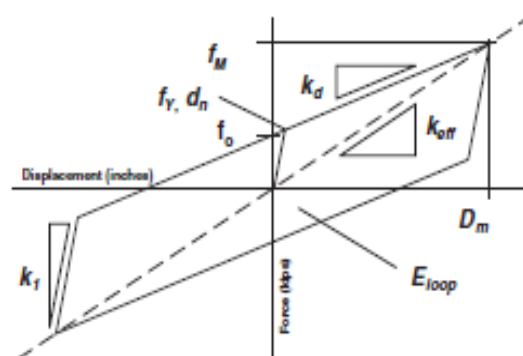


FIGURE 17.8-1 Nominal Properties of the Isolator Bilinear Force-Deflection Model

3. The assumed value of k_1 shall be a visual fit to the elastic stiffness of the isolator unit during unloading immediately after D_M .

It is permitted to use different methods for fitting the loop, such as a straight-line fit of k_d directly to the hysteresis curve extending to D_M and then determining k_1 to match E_{loop} .

17.8.4 Test Specimen Adequacy. The performance of the test specimens shall be deemed adequate if all of the following conditions are satisfied:

1. The force-deflection plots for all tests specified in Section 17.8.2 have a positive incremental force-resisting capacity.
2. The average postyield stiffness, k_d , and energy dissipated per cycle, E_{loop} , for the three cycles of test specified in Section 17.8.2.2, Item 3, for the vertical load equal to the average dead load plus one-half the effects caused by live load, including the effects of heating and rate of loading in accordance with Section 17.2.8.3, shall fall within the range of the nominal design values defined by the permissible individual isolator range, which are typically $\pm 5\%$ greater than the $\lambda_{(pec,min)}$ and $\lambda_{(pec,max)}$ range for the average of all isolators.
3. For each increment of test displacements $0.67D_M$ and $1.0D_M$ specified in Item 2 and Item 3 of Section 17.8.2.2 and for each vertical load case specified in Section 17.8.2.2, the value of the postyield stiffness, k_d , at each of the cycles of test at a common displacement shall fall within the range defined by $\lambda_{(test,min)}$ and $\lambda_{(test,max)}$ multiplied by the nominal value of postyield stiffness.
4. For each specimen, there is no greater than a 20% change in the initial effective stiffness over the cycles of test specified in Item 4 of Section 17.8.2.2.
5. For each test specimen, the value of the postyield stiffness, k_d , and energy dissipated per cycle, E_{loop} , for any cycle of test in Section 17.8.2.2, Item 4(a) shall fall within the range of the nominal design values defined by $\lambda_{(test,min)}$ and $\lambda_{(test,max)}$.
6. For each specimen, there is no greater than a 20% decrease in the initial effective damping over the cycles of test specified in Item 4 of Section 17.8.2.2.
7. All specimens of vertical load-carrying elements of the isolation system remain stable where tested in accordance with Section 17.8.2.5.

EXCEPTION: The registered design professional is permitted to adjust the limits of Items 3, 4, and 6 to account for the property variation factors of Section 17.2.8.4 used for design of the isolation system.

17.8.5 Production Tests. A test program for the isolator units used in the construction shall be established by the registered design professional. The test program shall evaluate the consistency of measured values of nominal isolator unit properties by testing 100% of the isolators in combined compression and shear at not less than two-thirds of the maximum displacement, D_M , determined using lower bound properties.

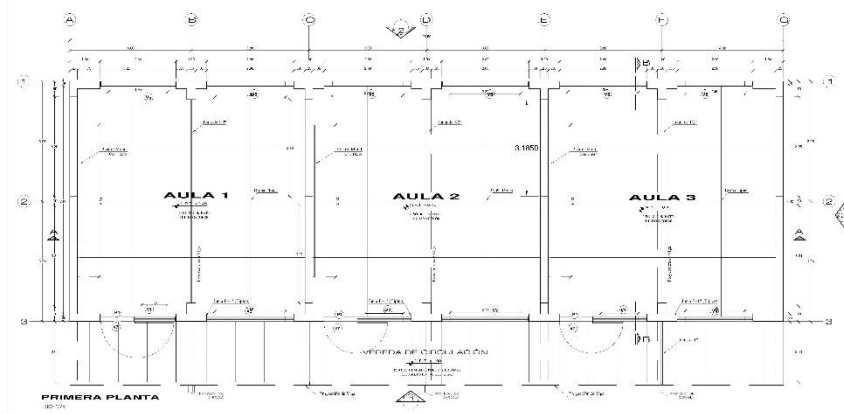
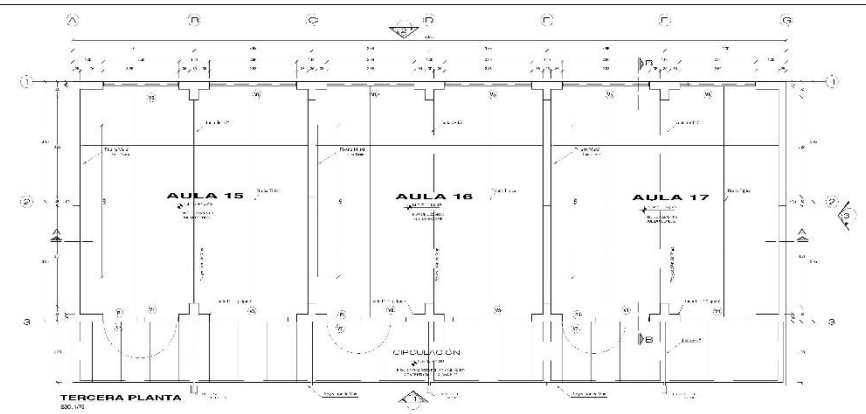
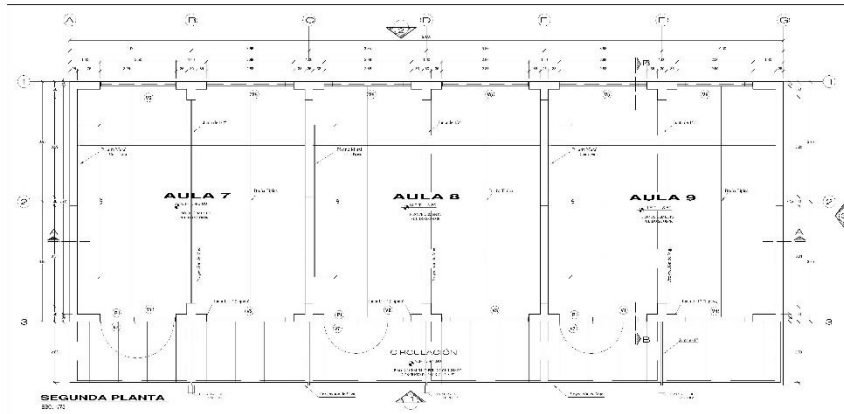
The mean results of all tests shall fall within the range of values defined by the $\lambda_{(pec,max)}$ and $\lambda_{(pec,min)}$ values established in Section 17.2.8.4. A different range of values is permitted to be

used for individual isolator units and for the average value across all isolators of a given unit type, provided that differences in the ranges of values are accounted for in the design of each element of the isolation system, as prescribed in Section 17.2.8.4.

17.9 CONSENSUS STANDARDS AND OTHER REFERENCED DOCUMENTS

See Chapter 23 for the list of consensus standards and other documents that shall be considered part of this standard to the extent referenced in this chapter.

ANEXO 12: PLANOS



LEYENDA
NOTAS GENERALES

1. VERIFICAR LA CANTIDAD DE ALUMNOS.
2. VERIFICAR LA CANTIDAD DE ESTUDIOS.
3. VERIFICAR LA CANTIDAD DE LABORATORIOS.
4. VERIFICAR LA CANTIDAD DE SALAS DE CLASES.
5. VERIFICAR LA CANTIDAD DE SALAS DE REUNIONES.
6. VERIFICAR LA CANTIDAD DE SALAS DE TALLERES.

ÁREA TICHAYZA

ÁREA TOTAL	4000.00 m ²
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN	2000.00 m ²
ÁREA DE PAVIMENTACIÓN	2000.00 m ²
TOTAL	4000.00 m ²

CUADRO DE VAMOS (VENTANAS)

TIPO	CANTIDAD	ÁREA (m ²)
1	10	100.00
2	10	100.00
3	10	100.00
4	10	100.00
5	10	100.00
6	10	100.00
7	10	100.00
8	10	100.00
9	10	100.00
10	10	100.00
TOTAL	100	1000.00

CUADRO DE VAMOS (PUERTAS)

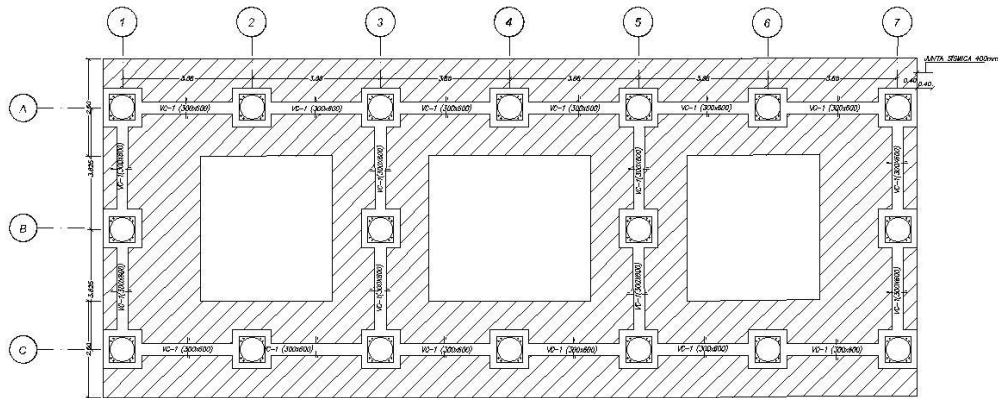
TIPO	CANTIDAD	ÁREA (m ²)
1	10	100.00
2	10	100.00
3	10	100.00
4	10	100.00
5	10	100.00
6	10	100.00
7	10	100.00
8	10	100.00
9	10	100.00
10	10	100.00
TOTAL	100	1000.00

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH
SUB REGION PACIFICO

"RECONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA VICTOR ANDRÉS BELLAUNDE"
DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

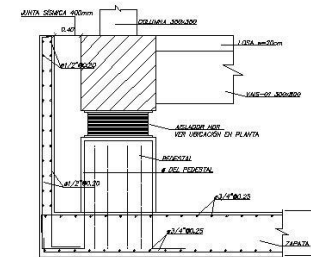
PROYECTO	FECHA	ESTADO
ARQUITECTURA	2023	COMPLETADO
PROYECTO	FECHA	ESTADO
ARQUITECTURA	2023	COMPLETADO

PA-01



LEYENDA DE AISLADOR		
	18 Unidades Tipo 1 - NCR-1	AISLADOR D 400 mm

DETALLE DE JUNTA SISMICA



CIMENTACIÓN

CUADRO DE PEDESTAL

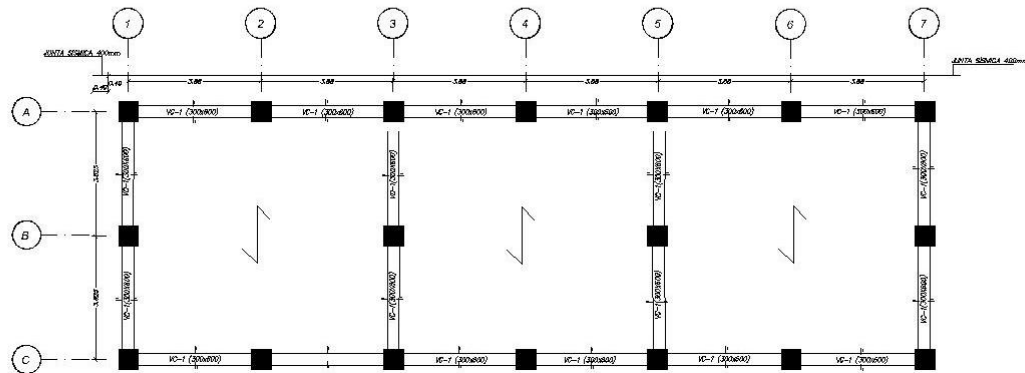
Tipo	Pdc-1
FORMA	

CUADRO DE COLUMNAS

Tipo	C-1
FORMA NIVEL DEL 1º AL 3to	

RESUMEN DE DATOS DE CIMENTACIÓN	
DE ACUERDO AL ESTADO DE BASES REALIZADO POR POR EL INGENIERO	
SE TIENE LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE CIMENTACIÓN:	
1) TIPO DE CIMENTACIÓN	CIMENTACIÓN ARMADA O CONCRETA
2) PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACIÓN	2.50 m en el punto del nivel este en caso de uso de vibración de capacidad por parte del terreno el ingeniero proyectista verificará la profundidad de anclaje a su suelo.
3) PRESIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO	102 kg/cm ²
4) Tipo de cemento para concreto en contacto con el agua.	Portland Tipo I (Según normamento de EPS)

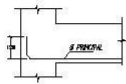
<p>UNIVERSIDAD CIENTÍFICA VENEZOLANA FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERAS DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: ...</p> <p>FECHA: ...</p>	<p>E-2</p> <p>ESCALA: 1:50</p> <p>PROYECTO: ...</p> <p>FECHA: ...</p>
	<p>PROYECTO: ...</p>	
	<p>PROYECTO: ...</p>	
	<p>PROYECTO: ...</p>	



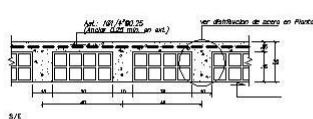
Losas Aligeradas en una dirección

1-3° NIVEL

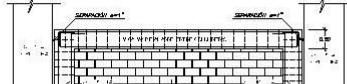
DOBLEZ DE ACERO PRINCIPAL EN REFUZO



DETALLE BARRA DE LOSA AUXILIAR ANCLAJE

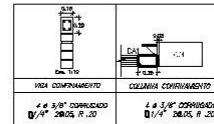


DETALLE DE JUNTA ENTRE COLUMNAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES



IMPORTANTE:
a- Dejar la junta sobre barra de acero y brida.
b- No usar el lastre como anclaje, el lastre se coloca después del vaciado de la estructura con él.

DETALLE DE ACERO EN COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO



LEYENDA

Muros de Tabiquería de Aluñete

ALUMBRADO DE TABICERÍA:
Se utilizará para iluminación de fondo para muros aligerados o estructuras similares. Se utilizará un tipo de lámpara que no genere calor y que no sea de tipo incandescente. Se utilizará un tipo de lámpara que no genere calor y que no sea de tipo incandescente. Se utilizará un tipo de lámpara que no genere calor y que no sea de tipo incandescente. Se utilizará un tipo de lámpara que no genere calor y que no sea de tipo incandescente.

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

LOSAS ALIGERADAS:
En el primer nivel en la zona de apoyos según detalle.
Sección: 0,10 x 0,12

LOSAS ALIGERADAS:
Según detalles estructurales en base:
Cemento y grava en concreto (Cemento Tipo I) : $f_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$
Vigas y Columnas estructurales (Cemento Tipo I) : $f_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$
Aligeradas (Cemento Tipo I) : $f_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

LOSAS ALIGERADAS:
En todas las direcciones se empleará fierro corrugado 6-80.
Según normas y detalles.
ACERO ESTRUCTURAL:
Acero : 500 Kg/cm²
Cemento : 400 Kg/cm²
Tejido : 100 Kg/cm²

LOSAS ALIGERADAS:
Ver Estado de Mecánica de las Losas - Dirección superior

6.00 REFORZAMIENTO:
Elementos de confinamiento : 2.0 cm.
Diámetro estructural : 2.0 cm.
Vigas estructurales : 4 cm.
Aligeradas : 2.0 cm.

7.00 Muros de Tabiquería:
Requisitos:
Se utilizará un tipo de pintura de Acrílico impermeabilizante epoxídico según especificaciones técnicas de los fabricantes.
El tipo de pintura deberá ser de tipo impermeabilizante epoxídico.
El tratamiento mínimo que se hará será sobre el muro en planchado según especificaciones de los fabricantes.
El tipo de pintura deberá ser de tipo impermeabilizante epoxídico.

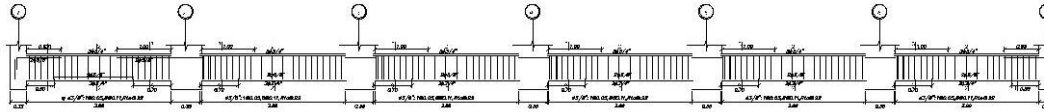
8.00 OBRAS GENERALES:
El presente constructivo se ejecutará según lo establecido en el R.O.U. y/o especificaciones de Proyecto, de manera que quede conforme en las plantas y a falta de detalles se consultará el Proyecto.

9.00 OBRAS:
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
American Concrete Institute (ACI)

PLANO DE ALIGERADOS
ESQ. 1/50

<p>UNIVERSIDAD CAYMAHUAY</p> <p>7.000-2 DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: [DESCRIPCIÓN]</p> <p>FECHA: [FECHA]</p> <p>ELABORADO POR: [NOMBRE]</p> <p>REVISADO POR: [NOMBRE]</p>	<p>ESCALA: E-4</p> <p>HOJA: 100</p> <p>FECHA: 11-03-2011</p>
	<p>PROYECTO: [DESCRIPCIÓN]</p> <p>FECHA: [FECHA]</p> <p>ELABORADO POR: [NOMBRE]</p> <p>REVISADO POR: [NOMBRE]</p>	

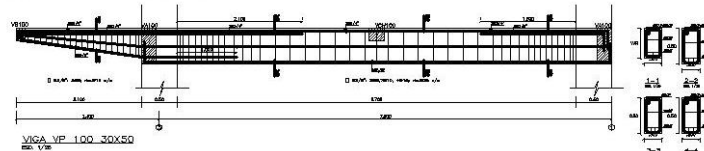
EJE A Y C: (1' AL 3' NIVEL)



NP1 - (0,30x0,50)

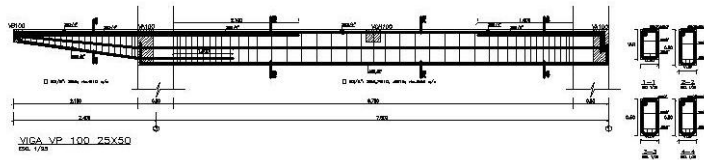


EJE 1,3,5 Y 7: (1' AL 3' NIVEL)



VIGA VP 100 30X50

EJE 2,4 Y 6: (1' AL 3' NIVEL)

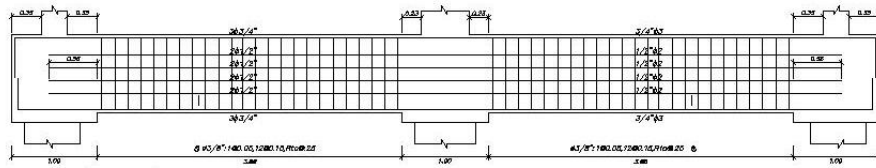


VIGA VP 100 25X50

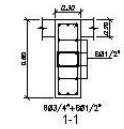
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.00 CONCRETO SIMPLE	
En el primer nivel, en los casos de muros nuevos según detalle.	
Empleo Comercio (Cemento Tipo 40) : C/A; 1:10 a 30 & P.E. MAX. 8'	
Sobado : C/A; 1:12	
2.00 CONCRETO ARMADO	
Según especificaciones estructurales en todo:	
Subterráneo (Cemento Tipo 40) : f _c = 175 Kg/cm ²	
Zapatas y Vigas de cimentación (Cemento Tipo 40) : f _c = 210 Kg/cm ²	
Vigas y Columnas estructurales (Cemento Tipo 40) : f _c = 210 Kg/cm ²	
Aligerado (Cemento Tipo 40) : f _c = 210 Kg/cm ²	
3.00 ACERO DE REFUERZO	
En todos los elementos, en cualquier fibra corrugado D-60	
Según normas y detalles.	
4.00 BARRAS Y BARRAS	
Barras : 250 Kg/m ²	
Correas y Escaleras : 400 Kg/m ²	
5.00 CABLES PERFORADOS AL TENDIDO	
H=1,50 a 1,80 Kg/cm ²	
6.00 ESCUDOS DE BARRAS	
Espesor : 7 mm.	
Diámetro de reforzamiento : 2,5 mm.	
Columnas estructurales : 4 mm.	
Vigas estructurales : 4 mm.	
Aligerado : 2,5 mm.	
7.00 MUROS DE LADERILLO	
MUROS DE CORTE	
Se utilizará ladrillo K-18 (ladrillo de Acero) debidamente cortado según indicación en planos (Resistencia Mínima 17000 Kg/cm ²)	
La fijación de los ladrillos se hará con mortero de cemento y arena en abolladura según especificación de ACI 905.2-87 y = 12mm. Pero según el PNE, el espesor permitido deberá ser de 15mm.	
ALIC. CONCRETO ARMADO GENERAL	
El proceso constructivo se hará según lo establecido en el PNEC y/o especificaciones de Proyectista. Se respetará los muros indicados en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista.	
El acero de las columnas de estructuras resacas en el edificio cortado con una longitud de desarrollo de 20cm y debe no tenerla de apoyo o en las uniones reducciones horizontales como vigas y losas.	
UNION COLUMNAS ESTRUCTURALES-MUROS (IMP-IMPORTE)	
En momento de trabajo que antes de recibir las columnas debe de estar medido cada 20 días en los muros para luego ser unidos a las columnas en que debe estar trabado como muro de corte.	
Las medidas serán de cemento y arena con arena con un costo del muro. Cada practica también que los muros deberán ser endoscados.	
(VER DETALLE)	
8.00 DISEÑOS	
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)	
Normas Chilenas (NCh)	

<p>UNIVERSIDAD CAYMA</p>	<p>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA Nº 10000</p>	<p>E-5</p>
	<p>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA Nº 10000</p>	
<p>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA Nº 10000</p>	<p>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA Nº 10000</p>	<p>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA Nº 10000</p>

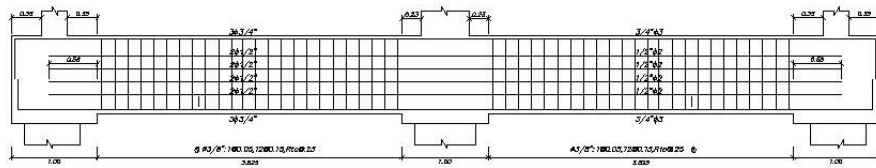
EJE 1,2,3 - 3,4,5 - 5,6,7 : (NIVEL DE AISLAMIENTO)



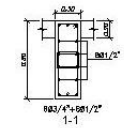
VAIS-01 (0.30x0.80)




EJE A, B Y C : (NIVEL DE AISLAMIENTO)




VAIS-02 (0.30x0.80)



 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL VENEZUELA FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	<p>TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AISLAMIENTO DE VIBRACIONES PARA UN EDIFICIO DE ALTAZONA EN UN SUELO DE TIPO MUY Blando.</p>	<p>E-3</p>
	<p>FECHA: 15/05/2023</p>	
<p>INTEGRANTES: NOMBRE: [Nombre del estudiante]</p>	<p>FECHA: 15/05/2023</p>	<p>PROFESOR: [Nombre del profesor]</p>

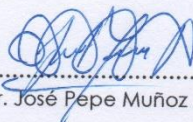
**ANEXO 13: ACTA DE
APROBACIÓN DE
ORIGINALIDAD DE TESIS**

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE CON BASE EMPOTRADA FRENTE A UN MODELO CON BASE AISLADA. CHIMBOTE – ÁNCASH – 2019", del (de la) estudiante MIGUEL ANDREE GUEVARA CALVO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 11 de Julio del 2019




Mgtr. José Pepe Muñoz Arana

DNI: 32960000

Revisó	Vicerectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	--	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL PABELLÓN A DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE CON BASE EMPOTRADA FRENTE A UN MODELO CON BASE AISLADA. CHIMBOTE – ÁNCASH – 2019", del (de la) estudiante ROBERT JEAN CARLO SALAZAR VALVERDE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 11 de Julio del 2019



Mgtr. José Pepe Muñoz Arana

DNI: 32960000

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

Análisis comparativo del comportamiento sísmico del pabellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaúnde con base empotrada frente a un modelo con base aislada. Chimbote - Arequipa - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Miguel Andraz Guevara Calvo (ORCID: 0000-0002-9728-5481)

Robert Jean Carlo Salazar Valverde (ORCID: 0000-0002-9490-6406)

ASESOR:

Mgtr. Gonzalo Hugo Díaz García (ORCID: 0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CHIMBOTE - PERÚ

2019

Ing. José Minoz Arana

Resumen de coincidencias X

12 %

- 1 Entregado a Universida... 11 % >
Trabajo del estudiante
- 2 repositorio.ucv.edu.pe 1 % >
Fuente de Internet
- 3 repositorio.unc.edu.pe <1 % >
Fuente de Internet

**ANEXO 14: FORMULARIO
DE AUTORIZACION
PARA PUBLICACION
ELECTRÓNICA DE TESIS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Guevara Calvo Miguel Andree
D.N.I. : 42778367
Domicilio : Profr. Francisco Bolognesi, Interc. Social La Calata Mo. B Lt. 17
Teléfono : Fijo : Móvil : 924234240
E-mail : mg1430950@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniero Civil

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Guevara Calvo Miguel Andree
Salazar Valverde Robert Jean Carlo

Título de la tesis:

Análisis comparativa del comportamiento sísmico del cobellón A de la Institución Educativa Víctor Andrés Belaúnde en base empotrada frente a un modelo en base aislada. Chimbote - Ancash - 2019

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : [Signature]

Fecha : 11/07/19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Salazar Valverde Robert Jean Carlo
D.N.I. : 44 87 90 66
Domicilio : Jr. Alfonso Ugarte 131-A (Casco Urbano)
Teléfono : Fijo : 043-321101 Móvil : 993 41 86 57
E-mail : robert.acuario-18@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniero Civil

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Salazar Valverde Robert Jean Carlo
Guevara Calvo Misael Andree

Título de la tesis:

"Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico del pabellón "A" de la institución educativa Víctor Andrés Balcunde con base Empotrada frente a un modelo con base Aislada - Chimbote - Ancash - 2019"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. []



Firma : Salazar

Fecha : 11/07/19

**ANEXO 15:
AUTORIZACIÓN DE LA
VERSIÓN FINAL DEL
TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GUEVARA CALVO, MIGUEL ANDREE

INFORME TITULADO:

ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON A DE LA
INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE CON BASE EMPOTRADA FRENTE A
UN MODELO CON BASE AISLADA, CHIMBOTE - ANCASH - 2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 11/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 11



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SALAZAR VALVERDE, ROBERT JEAN CARLO

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DEL PABELLON A DE LA
INSTITUCION EDUCATIVA VICTOR ANDRES BELAUNDE CON BASE EMPOTRADA FRENTE A
UN MODELO CON BASE AISLADA, CHIMBOTE - ANCASH - 2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:
INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 11/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 11



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL