



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

Evaluación del comportamiento sísmico incorporando aislador con núcleo de plomo del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Ochante Bendezú, Mario Gelber

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis hijos por la fuente de inspiración para superarme cada día y a mi esposa por su apoyo incondicional que me brindan para seguir adelante en este largo trajinar de la carrera de Ingeniería Civil..

AGRADECIMIENTO

A Dios quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto ya que sin el nada es posible en esta vida

A mi esposa demostrarme su brillante paciencia y brindarme el amor necesario para seguir adelante con su ejemplo de superación y por su ayuda moral, con lo cual estoy logrando cumplir satisfactoriamente una de mis metas.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Mario Gelber Ochante Bendezú con DNI N° 10497401 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 Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de Julio del 2019



Mario Gelber Ochante Bendezú

DNI: 10497401

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Evaluación del comportamiento sísmico incorporando aislador con núcleo de plomo del hospital Maritza Campos, Arequipa 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El autor.

Índice

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ji
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS	3
1.2.1. Antecedentes Nacionales	3
1.2.2. Antecedentes Internacionales	6
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	8
1.3.1. Aisladores con núcleo de plomo	8
1.3.1.1. Amortiguamiento	10
1.3.1.2. Ensayos de laboratorio.....	11
1.3.2. Evaluación del comportamiento sísmico	13
1.3.2.1. Acelerograma	14
1.3.2.2. Análisis modal	17
1.3.2.3. Desplazamiento lateral.....	20
1.4. Formulación del problema	23
1.4.1. Problema general	23
1.4.2. Problemas específicos.....	23
1.5. Justificación del estudio.....	23
1.6. Hipótesis.....	24
1.6.1. Hipótesis general	24
1.6.2. Hipótesis específicas	24
1.7. Objetivos	25
1.7.1. Objetivo general	25

1.7.2.	Objetivos específicos	25
II.	MÉTODO	26
2.1.	Diseño de la investigación	26
2.1.1.	Métodos de investigación	26
2.1.2.	Tipo de investigación	27
2.1.3.	Nivel de investigación	27
2.1.4.	Diseño de investigación	27
2.2.	Variables, Operacionalización	28
2.2.1.	Variables Identificación de variables	28
2.2.1.1.	Variable independiente - Aisladores con núcleo de plomo	28
2.2.1.2.	Variable dependiente - Evaluación del comportamiento sísmico	29
2.2.2.	Operacionalización de variable	30
2.3.	Población y muestra	31
2.4.	Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
2.5.	Procesamiento de información	33
III.	RESULTADOS	42
IV.	DISCUSIÓN	50
V.	CONCLUSIONES	53
VI.	RECOMENDACIONES	56
VII.	REFERENCIAS	58
VIII.	ANEXOS	60
1.	Matriz de Operacionalización	60
2.	Matriz de consistencia	60
3.	Ensayos de laboratorio	60
4.	Panel fotográfico	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Nivel de demanda	14
Tabla N° 2 Limites para la Distorsión del entrepiso	22
Tabla N° 3 Rango y Magnitud de validez	33
Tabla N° 4 Coeficiente de validez por juicio de expertos	33
Tabla N° 5 Parámetros sísmicos	41
Tabla N° 6 Derivas en la dirección Y - Y.....	43
Tabla N° 7 Desplazamiento inelásticos agregando un 75% R dirección Y-Y.....	43
Tabla N° 8 Derivas calculas en dirección Y-Y	43
Tabla N° 9 Derivas en la dirección X - X.....	44
Tabla N° 10 Desplazamiento inelásticos agregando un 75%r dirección X-X	44
Tabla N° 11 Deriva calculas en dirección X-X.....	44
Tabla N° 12 Periodo Fundamental de la Estructura	45
Tabla N° 13 Periodo de vibración.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°: 1 Aislador con núcleo de plomo	8
Figura N°: 2 Curva de Histéresis	10
Figura N°: 3 Amortiguamiento Viscoso (Beff) vs Deformación Angular (Y)	11
Figura N°: 4 Comparación de la evaluación estructural	13
Figura N°: 5 Acelerograma	15
Figura N°: 6 Espectro de Fourier	16
Figura N°: 7 Espectro de respuesta	17
Figura N°: 8 Análisis modal	19
Figura N°: 9 Desplazamiento lateral	21
Figura N°: 10 Ubicación del Hospital Maritza Campos	34
Figura N°: 11 Plano de localización de investigación	35
Figura N°: 12 Procesamiento del sistema aislado	38
Figura N°: 13 Modelamiento de la estructura	39
Figura N°: 14 Análisis sísmico	40
Figura N°: 15 Espectro de Pseudoaceleracion	41
Figura N°: 16 Fuera cortante en la base Y-Y	47
Figura N°: 17 Fuerza cortante en la base X-X	47
Figura N°: 18 Derivas máxima en la dirección X-X	48
Figura N°: 19 Derivas máxima en la dirección Y-Y	49
Figura N°: 20 Aceleración vs periodo natural	54
Figura N°: 21 Cambio de periodo	55
Figura N°: 22 Matriz de Operacionalización de variables	61
Figura N°: 23 Matriz de consistencia	62

RESUMEN

El presente trabajo “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO INCORPORANDO AISLADOR CON NÚCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019”, se dio con la finalidad de conocer los aspectos que se requieren para la evaluación estructural de un Hospital, y de tal modo conocer el comportamiento de la estructura con solicitaciones sísmicas. se tiene como objetivo principal Determinar la relación que existe entre los aisladores con núcleo de plomo con la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.

Hoy en día podemos observar que las construcciones de edificaciones se construyen de forma antisísmica, asimismo Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente de caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión y se convierten en una unidad. Al mismo tiempo este se puede fabricar con un nivel de amortiguamiento del 15% al 35%, por lo que eso será otro motivo que nos influye en la decisión de la fabricación de este tipo de aislador. Dentro de la investigación se tendrá en cuenta los ensayos de laboratorio, carga vertical para su ubicación y soporte, y desplazamiento que mide el desplazamiento máximo admisible de la estructura en el aislador

La investigación tiene como metodología diseño cuasi experimental de corte transversal, tipo aplicada, nivel correlativo, entiendo como población todas los hospitales de la provincia de Arequipa, aproximadamente 15, y la muestra está conformada por un hospital, Maritza Campos. La técnica de investigación se da mediante una ficha de recolección de datos y observación directa de los hechos.

Palabras claves: Aislador, desplazamiento, comportamiento sísmico, amortiguamiento, carga vertical, evaluación.

ABSTRACT

The present work "Evaluation of the seismic behavior with insulators with lead core of Maritza Campos Hospital, Arequipa 2019", was given with the purpose of knowing the aspects that are required for the structural evaluation of a Hospital, and in this way to know the behavior of the structure with seismic solicitations. The main objective is to determine the relationship that exists between the insulators with lead core and the evaluation of the seismic behavior of the Maritza Campos Hospital, Arequipa 2019.

Today we can see that building constructions are built in an earthquake-proof manner. Lead-acid insulators (LRB) are generally constructed of low-damping rubber interspersed with steel sheets and in the center a hole is left in which The lead core is introduced, which is a little wider than the hole, under pressure and becomes a unit. At the same time this can be manufactured with a level of damping from 15% to 35%, so that will be another reason that influences us in the decision of the manufacture of this type of insulator. Within the investigation will be taken into account the laboratory tests, vertical load for its location and support, and displacement that measures the maximum permissible displacement of the structure in the insulator

The research has as a quasi-experimental cross-sectional design methodology, applied type, correlative level, I understand as a population all hospitals in the province of Arequipa, approximately 15, and the sample is made up of a hospital, Maritza Campos. The research technique is given through a data collection card and direct observation of the facts.

Keywords: Insulator, displacement, seismic behavior, damping, vertical load, evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Para toda estructura sea cual sea su funcionalidad o forma, sea un edificio, una casa, un hospital, un puente etc. Siempre va a tener la necesidad de estar bajo solicitudes de sismo y cargas de gravedad, las cuales pueden generar menos daño o desplazamiento lateral por acción de los aisladores con núcleo de plomo

Para el correcto funcionamiento de un aislador con núcleo de plomo intervienen factores de suma importancia, desde el nivel de amortiguamiento, el cual va a absorber la energía de sismo, así como los ensayos de carga vertical y desplazamiento que tienen estos aisladores, los cuales demuestran la capacidad de soporte y el máximo desplazamiento admisible para soportar las solicitudes máximas de la estructura.

Estos aisladores con núcleo de plomo pueden tener diferente nivel de amortiguamiento en su fabricación dependiendo de las solicitudes o nivel de desempeño que se requiera en la estructura, es por eso que estos aisladores son de suma importancia, ya que una falla en su funcionamiento puede maximizar el daño a la estructura, por lo tanto es tratado como cualquiera de los demás elementos estructurales y debe tener un correcto tratamiento al ser diseñado ya que no solo influyen los conocimientos estructurales sino también los conocimientos e interpretación que el diseñador pueda tener de los datos de laboratorio.

La actual investigación se dirige en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos , y busca abordar los principios de cómo se están diseñando y dimensionados los aisladores con núcleo de plomo en nuestro país mediante la evaluación del desempeño que ha sido aprobado por un Ing. con experiencia en el campo estructural. Este estudio tiene como componentes en primer lugar la evaluación sísmica y el comportamiento estructural obtenidos de un análisis sísmico previamente realizado para de este modo determinar parámetros importantes mediante un acelerograma seleccionado, tales como el periodo principal de la edificación y los desplazamientos máximos.

La segunda etapa se enfocará en el sistema de aisladores con núcleo de plomo que mediante ensayos de laboratorio y considerando un nivel necesario de amortiguamiento nos brindara una adecuada respuesta ante la evaluación sísmica de la estructura.

Cabe recalcar que el Hospital ya cuenta con un diseño estructural el cual se respetara y lo único que se realizara es una evaluación basándonos en los parámetros sísmicos como los desplazamientos de entrepiso y la variación del periodo fundamental.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. Antecedentes Nacionales

(Herrera Mena, 2018). Presento la tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil de la Universidad de Piura cuyo tema de investigación es “Desempeño sísmicos en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso”, cuya problemática se basa en que la mayoría de edificaciones construidas en el Perú, no cuentan con aisladores sísmicos, de diseño y clase de investigación descriptivo, enfoca su **objetivo** en la evaluación y comparación del desempeño sísmico en estructuras de aporticado de concreto armado; cuyo resultados de las frecuencias o periodos comprueba que los amortiguadores de fluido viscoso no afecta el periodo de la estructura, y no varía su rigidez. En cambio, en los modelos con aisladores se comprueba que los valores del periodo son más altos en comparación a los modelos sin este dispositivo, esto se da porque los aisladores flexibilizan la base de la estructura y reducen considerablemente las aceleraciones sísmicas, por lo cual **concluye** que, para edificaciones con pórticos de bajo periodo y esbeltez, el sistema de aislación tuvieron un mayor funcionamiento; además que para una mayor esbeltez y periodo, los sistemas de amortiguamiento se desempeñaron de mejor forma. Asimismo, **recomienda** que no hay diferencias significativas en los resultados en las derivas de entrepiso cuando se aplica en distintos arreglos de amortiguadores de fluido-viscoso siempre y cuando la suma de la capacidad de carga de amortiguadores en la dirección de análisis sean iguales.

(Mestanza Acevedo, 2015) en la tesis ¿ para optar el grado de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana Ricardo Palma de Lima cuyo tema es "Análisis de una edificación mediante un sistema propuesto de aislamiento sísmico del tipo péndulo friccional", cuya problemática es la resistencia que debe tener un edificio el cual tiene aisladores sísmicos en sus estructuras, con **diseño y tipo de investigación** descriptivo explicativo, enfoca su **objetivo** en el ensayo de simulación para así poder determinar el nivel de comportamiento del dispositivo instalado en la edificación al ser sometida a una carga lateral y axial; cuyos resultados obtenidos nos muestra , que en una edificación de sistema de aislamiento de base reduzca notablemente un mayor porcentaje de derivas en contraste a una con base fija donde **concluye** que el aislamiento con aisladores elastoméricos son muy buenos y necesarios en la construcción de edificaciones. Así también, **recomienda** por un lado, que al emplear algún otro material, tal como el teflón, ubicado en la parte inferior al tubo macizo para que el desplazamiento de la superestructura sea mejor y tenga niveles de fricción inferiores, este coeficiente por lo tanto varía entre los rango de 0.05 y 0.12; además, para realizar el análisis del tipo no lineal, se deberá usar carga no lineal del tipo tiempo historia y no carga muerta para luego cada carga convertida elige el estado de carga muerta. Dicho procedimiento es para disminuir el tiempo del análisis tiempo historia.

(Korswagen Eguren, y otros, 2016). En la investigación para optar el grado académico de ingeniero civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú, donde el tema de investigación es: "Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú", cuyo diseño y tipo investigación aplicada, tiene como **objetivo** en conformar una fuente bibliográfica acerca de los tipos, desempeño y aspectos principales en el uso de dispositivos de aislación sísmica; tener puntos de comparación entre el comportamiento de estructuras para determinar la influencia de una aislación en la base, donde **concluye** que la implementación de sistemas de aislación en estructuras en el Perú son muy beneficiosas por ser nuestro país altamente sísmico, se recomienda que más adelante los sistemas de aislamiento se conviertan en un estándar. De igual manera, **recomienda** es útil es empleo de aisladores con un amplia área de sección transversal, ya que aumentan su eficacia al lograr una rigidez lateral inferior y por lo tanto una menor fuerza de sismo; en comparación del uso de varios con diámetros pequeño; así también es recomendable utilizar una menor cantidad de aisladores y de semejantes características para tener un mejor comportamiento estructural.

En la tesis elaborada por (Trujillo Benito, 2017) para optar el grado académico de ingeniero civil de la Universidad del Centro del Perú, cuyo tema de investigación es: “Diseño de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado”, la que a la vez reúne las características de una investigación del tipo descriptiva y comparativa, en la que centra su **objetivo** en la inclusión de sistema aislado en el diseño de una edificación, el cual por los resultados obtenidos se **concluye** que el diseño en concreto armado más un sistema de aislación, es casi igual de convencional que una construcción típica, porque en los dos casos debe haber parámetros mínimos de resistencia y ductilidad; pero, la edificación con aislamiento sísmico es más resistente a un sismo ya que los aisladores disipan la energía, por lo cual se **recomienda** elaborar un estudio de factibilidad para así determinar qué tipo de aislador se debe de utilizar. Además, recomienda que los suelos S2 y S3 se necesita un análisis del tipo tiempo historia con las características principales del proyecto. Además de manejar las amplificación que pueda tener la aceleración debido a las condiciones de sismo y terreno.

(Zutner Merliht, 2015) desarrollo la tesis para lograr el grado académico de ingeniero civil de la Universidad Nacional de Piura, cuyo tema de investigación es: “Análisis y diseño de un hospital con aisladores elastoméricos en el Perú”, con una **metodología** del tipo exploratoria y descriptiva, tiene como **objetivo** el empleo de sistemas aisladores elastoméricos en el diseño estructural de un hospital , el cual por los resultados obtenidos se **concluye** que el aislamiento sísmico para estructuras con periodo principal bajo corto es beneficiosa, para lo cual se especifica el uso aisladores para una edificación porque así estaremos salvaguardando las vidas humanas y también la estructura de la edificación ante posibles sismos. Del mismo modo, **recomienda** tener la misma referencia del centro de masa con el de rigidez en el sistema aislador, para evitar excentricidades, es decir solo traslación pura, y además verificación de los detalles para se haga una correcta instalación y funcionamiento eficaz de todo el sistema.

1.2.2. Antecedentes Internacionales

En la tesis de (Macias Giraldo, y otros, 2015) para optar por el grado académico de ingeniero civil de la Universidad Estatal Península Santa Elena de Ecuador, cuyo tema de investigación es: “Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos”, centra su problemática en las edificaciones para las construcciones sin aisladores sísmicos, con un diseño y tipo de investigación aplicado del tipo analítica, deductiva y evaluativa, fija como **objetivo** el diseño sísmico de un edificio de 6 pisos con aisladores de base de tipo elastoméricos **concluye** que el diseño del edificio únicamente con aisladores de base elastomérico se basó en el marco teórico determinado el cual emplea el método estático semejante, **recomendando** que se debe de emplear los distintos sistemas de aislación en la base de acuerdo a la edificación que se lleve a cabo; y recomienda.

(Perez Zamora, y otros, 2016). Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Centroamericana de Nicaragua donde titula a su investigación como: “Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles de sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado”, el cual bajo el diseño y tipo de investigación descriptiva, establece como **objetivo** al diseño de aislamiento en la base de una estructura con uso de oficinas de 10 pisos con pórtico rígido de concreto armado en Managua, examinando la proximidad de la fuente que propone al sismo para respetar su factor de seguridad, por lo cual **concluye** que el sistema de aislamiento LRB muestra amplias reducciones de aceleraciones y fuerzas basales, ambas en una reducción aproximada de un 90%; lo cual muestra un comportamiento óptimo de la estructura versus su modelo inicial sin aislación. También **recomienda** usar un acelerograma típico del lugar y funcionamiento estructural para lograr la eficiencia del aislamiento; además señala que para alturas mayor a 20 metros en la zona de influencia de fallas verificadas se establece un análisis Pushover, debido a que el sismo incluye largos periodos con amplios desplazamientos en el aislador, lo cual aumenta la dimensión del sistema de aislamiento.

(Lema Toapanta, 2016) en la tesis para optar el título de ingeniero civil de la Universidad Central de Ecuador, con el tema de investigación: “Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS”, donde la problemática se centra en las causas que inician los sismos los cuales son por fallas geológicas y los

originados por la subducción, incluyendo un **diseño y tipo de investigación** aplicada, el cual fija su **objetivo** con más interés marcar diferencias en el comportamiento del edificio estructuralmente con y sin aisladores, por medio del software ETABS 9.7.4, debido a lo cual **concluye** que según los resultados de análisis modal de la estructura modelada con aisladores sísmicos, el aislador tipo péndulo friccional FPS es el que muestra mayor beneficio al edificio al disipar la energía de sismo y no presentar daños dentro de la estructura. Así mismo, la investigación **recomienda** verificar la frecuencia o periodo principal de la estructura inicial, debido a que no sería la mejor opción aislar una estructura con periodo superiores a 1 segundo

(Game Doylet, 2016). Tesis para optar el grado de ingeniero civil de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, cuyo tema de investigación es: “Aplicación de sistemas de aislamiento sísmico en edificaciones”, el cual centra su problemática en el desempeño de estructuras dúctiles las cuales han sido probadas insatisfactoriamente, centra su **objetivo** en el impacto que tendrán un sistema de aislación en estructuras en base a su desempeño según deformaciones y esfuerzos, en base a los resultados en la investigación **concluye** que el empleo de sistema de aislación en la base, reduce el nivel de daño de las estructuras dejando que dicha edificación tenga un nivel de funcionabilidad óptimo después de un evento sísmico, por lo cual se **recomienda** su uso en edificaciones, aunque sus costos son alto a lo largo del tiempo esta inversión se recupera. También, recomienda el uso de aisladores en edificaciones de alta importancia, preservando su función dentro y luego de un sismo. El efecto de los aisladores hacen que la estructura tenga un comportamiento cuasi elástica, sufriendo poco daño en eventos sísmicos. Por ultimo también indica que la eficiencia de un sistema de aislación mejora en edificios de mayor altura, superior a 7 pisos.

. En su investigación para adquirir el grado de ingeniero civil de la Universidad Austral de Chile, la cual título: “Aislación sísmica de un edificio de oficinas de siete pisos. (Análisis comparativo de comportamiento y costos con un edificio tradicional)”, establece como **objetivo** la comparación estructural referentes a parámetros normativos y costo de inversión; con sus resultados **concluye** que el desempeño de la edificación “Vanguardia” es mucho mejor con aislamiento de acuerdo a los resultados de desplazamientos; por lo que recomienda el uso general de aisladores en una edificación.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Aisladores con núcleo de plomo

Los aisladores con núcleo de plomo (LRB: lead rubber bearing) son construidos normalmente de caucho con niveles de amortiguamiento bajo incluyendo láminas de acero además de un núcleo de plomo en el medio, siendo todos estos una unidad en condiciones bajo presión. Los amplios números de sus ciclos de histéresis estables es gracias a su núcleo de plomo, haciendo fluir al núcleo de plomo y recristalizándose a temperatura normal ambiental, lo cual produce una resistencia optima contra la fatiga. (Olivos, 2017). Según el proyecto, estos aisladores serán dimensionados propiamente basados en la rigidez lateral, vertical, derivas, capacidad de carga y amortiguamiento necesaria en la estructura. (Mamani Quispe, 2017)

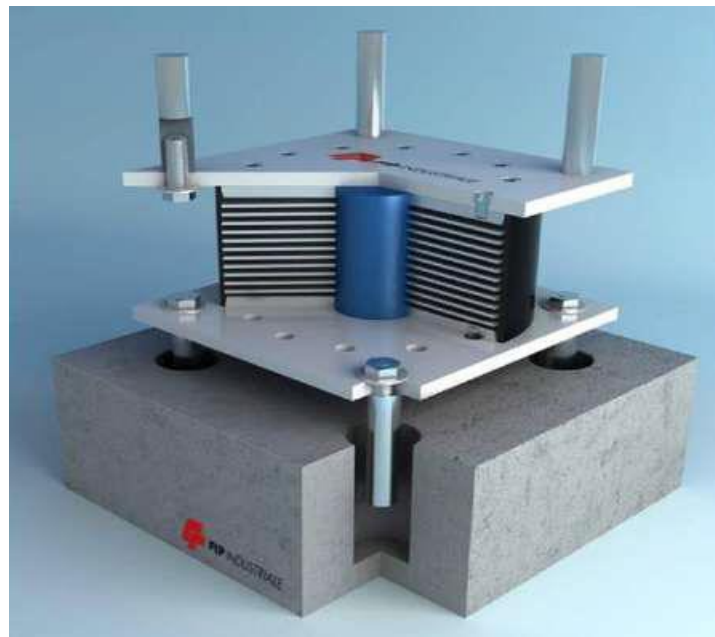


Figura N°: 1 Aislador con núcleo de plomo

Los apoyos hechos de caucho están conformados por niveles de caucho intercaladas con placas de acero, añadiendo el núcleo de plomo, el cual ayuda en la disipación de energía para un acelerograma en particular; el nivel de amortiguamiento varia del 15% al 35% según describe la (Camara Chilena de Construcción, 2011).

Por otro lado, la (Camara Chilena de la Construcción, 2012) Indica que los aisladores que tienen un núcleo de plomo son del tipo elastoméricos que permite aumentar el nivel de amortiguamiento hasta un 25% - 30% aproximadamente. Manifestando además que posterior al evento sísmico, el caucho del aislador regresa a la superestructura a su posición inicial, donde a su vez en núcleo hecho de plomo empieza a recrystalizarse; así el edificio en cuestión queda funcionalmente óptimo para el siguiente sismo.

Características

- ✓ Presencia de núcleo de goma o caucho que actúa como resorte en el aislador
- ✓ Lateralmente flexibles y rígidos a nivel vertical, gracias a sus capas delgadas de goma o caucho fortalecidas con platinas de acero
- ✓ El amortiguamiento deformado de manera plástica es gracias al núcleo de plomo al mismo tiempo que el sistema de aislación se mueve de manera lateral durante un sismo
- ✓ Recrystalización a temperatura ambiente mejorando con conformación de ciclos estables de histéresis

Por último, para poder comparar lo anteriormente mencionado en función de grafica presentamos la curva de histéresis, la cual muestra un bucle de deslizamiento de forma transversal del aislador y la fuerza que actúa lateralmente. En la siguiente figura se muestra el desempeño de un aislador del tipo LRB o con núcleo de plomo, ensayado en laboratorio en forma de ejemplo, 100 cm de diámetro del caucho de 15 cm de diámetro de plomo, y 20 cm de altura de caucho realizando ciclos de 40 cm de amplitud. Se puede inferir del grafico mostrado que las pendientes es la rigidez presente en cada tramo.

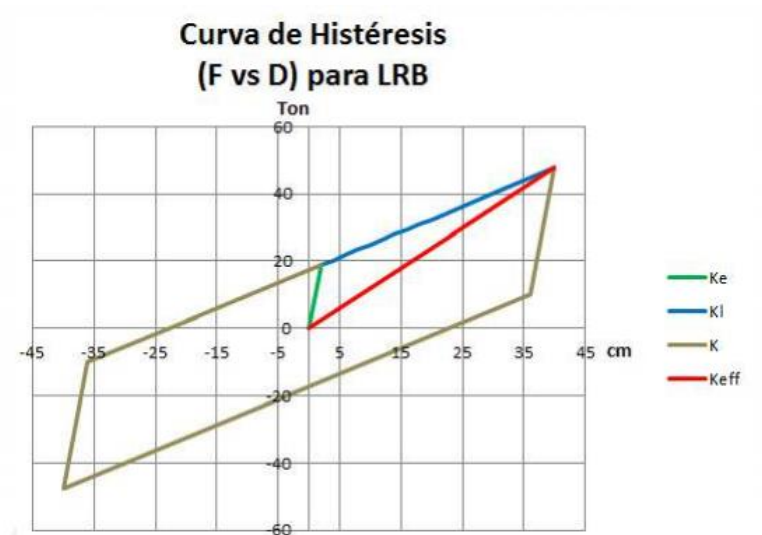


Figura N°: 2 Curva de Histéresis

1.3.1.1. Amortiguamiento

El amortiguamiento facilita que la energía de sismo sea absorbida por los aisladores y por tanto reduce la energía transmitida a la estructura. En general el aislamiento sísmico físicamente se establece ubicando a la superestructura sobre el sistema de aislación, en este caso con núcleo de plomo. (Leon Joya, 2016)

El nivel de amortiguamiento viscoso se verifica como una fracción del crítico, se halla como un factor del trabajo que es realizado entre el movimiento lateral en base a la gráfica anterior de histéresis, mediante la siguiente expresión:

$$\beta_{eff} = 2 \cdot Q \cdot (\Delta - \Delta y) / [\pi \cdot K_{eff} \cdot \Delta^2]$$

Dónde:

Q : Fuerza a Desplazamiento $\Delta = 0$ (Curva de Histéresis)

Δ : Desplazamiento considerado

Δy : Desplazamiento de Fluencia

K_{eff} : Rigidez efectiva para un desplazamiento igual a " Δ "

En la siguiente grafica se muestra el amortiguamiento viscoso para el aislador con núcleo de plomo descrito con anterioridad. Donde se muestra la variación del coeficiente según la distorsión angular que tenga.

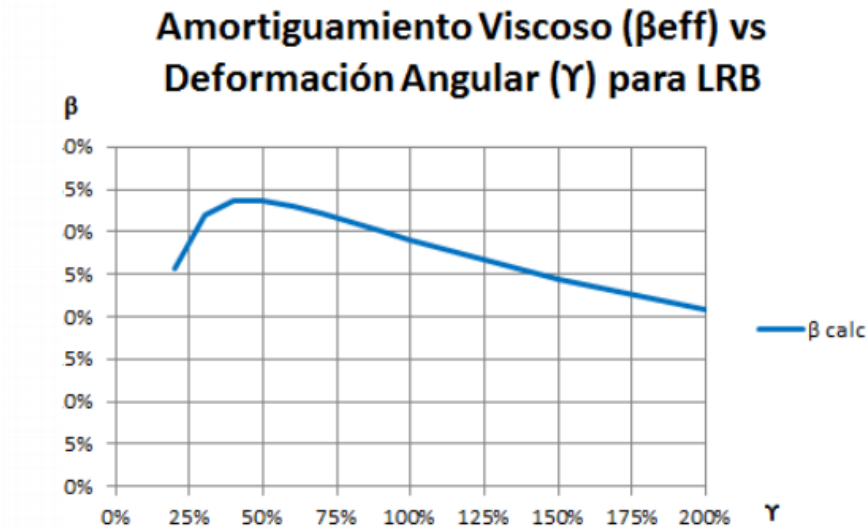


Figura N°: 3 Amortiguamiento Viscoso (β_eff) vs Deformación Angular (γ)

1.3.1.2. Ensayos de laboratorio

- **Capacidad de carga (Q/W)**

La capacidad de carga del plomo se usa para calcular las dimensiones del diámetro del núcleo de plomo. En estos tipos de aisladores el resultado de Q/W debe permanecer dentro del 3% y 10% . Donde W es la carga que actúa axialmente y Q la fuerza cortante cuando aún no inicia el desplazamiento según (Korswagen: 2012, p.44).

$$Q = Gp \cdot Ap$$

Dónde:

Ap: Área transversal del núcleo de plomo

- **Rigidez Lateral**

Es la relación de la fuerza lateral sobre el aislador y su consecuente deformación. En el caso de los aisladores con núcleo de plomo, tal relación depende de la altura definida para el caucho, módulo de corte y sección transversal del caucho y plomo dentro del rango elástico. Además, cuando el plomo fluye, con un valor aproximado de 6.7% de la deformación angular, el caucho es el único responsable de la rigidez lateral. Por lo cual, se denomina rigidez efectiva como la división de la fuerza con un determinado desplazamiento entre ese valor. Gracias a fácil re cristalización del núcleo de plomo, este adquiere nuevamente sus propiedades del rango elástico cuando la deformación pasa por su posición inicial, estableciendo ciclo estables de histéresis.

Rigidez lateral elástica “Ke”:

$$K_e = \frac{G_p \cdot A_p + G_n \cdot A_n}{H_n}$$

Rigidez lateral post-fluencia “Kl”:

$$K_l = G_n \cdot A_n / H_n$$

Rigidez lateral efectiva “Keff”:

$$K_{eff} = K_e \cdot (\Delta y / \Delta) + K_l \cdot (1 - \Delta y / \Delta)$$

Dónde:

G_p: Módulo de Corte del Plomo

G_n: Módulo de Corte del Neopreno

A_p: Área de la sección transversal del Plomo

A_n: Área de la sección transversal del Neopreno

Δ : Desplazamiento de Fluencia

Δ : Desplazamiento aplicado

1.3.2. Evaluación del comportamiento sísmico

(Aguilar Chanini, y otros, 2017) define que la evaluación encuentra el nivel de desempeño de la estructura según el uso con el que se ha diseñado luego de un exhaustivo análisis de la información existente, visitas de campo, ensayos de los materiales y condiciones del lugar y estado

Asimismo, el análisis de la estructura se hará, por lo general, a través de una verificación de la medición de la capacidad portante y del nivel de servicio en base a la construcción y otros agentes externos a la estructura. Para lo cual puede considerarse un proceso de evaluación por etapas que tome en consideración las condiciones iniciales y proyectadas de la estructura, estableciendo en cada etapa como los factores que influyen a la edificación, como por ejemplo: altura, uso, forma, zona, etc. (Lopez, 2009)

Finalmente, cuando se evalúa el comportamiento de la estructura diseñada debido a la solicitudes sísmicas, este concepto debe tener en cuenta lo dispuesto en la Norma E030, la cual nos indica que la evaluación puede ser medida en base a un gran sismo como el de 1970, de tal manera que sus desplazamientos en base a las dimensiones de los elementos estructurales sea la admisible, además de tener un nivel de servicio en total funcionamiento debido a que es un edificio de alta importancia ante un evento sísmico.

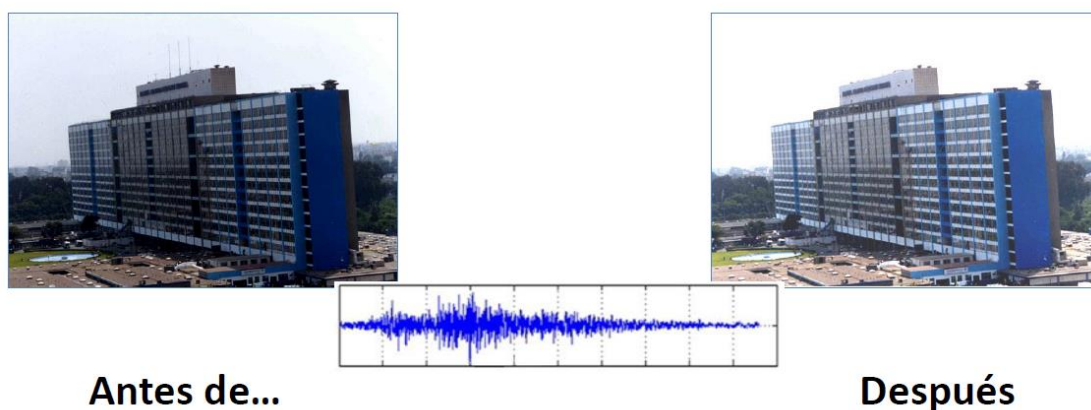


Figura N°: 4 Comparación de la evaluación estructural

Cumpliendo adicionalmente la categorización del desempeño por tipo de demanda sísmica según la importancia de la edificación

Tabla N° 1 Nivel de demanda

		Operacional	Funcional	Resguardo de la vida	Cerca al colapso
Nivel de Demanda	Sismo Frecuente (69% / 50años)	Común			
	Sismo Ocasional (50% / 50años)	Esencial	Común		
	Sismo Raro (10% / 50años)	Crítico	Esencial	Común	
	Sismo Muy Raro (5% / 50años)	Crítico	Crítico	Esencial	Común

1.3.2.1. Acelerograma

Es la descripción temporal de la aceleración que atraviesa el suelo un punto en específico durante el evento sísmico, en este caso se fijara en la región Arequipa.

Los acelerógrafos nos permiten cuantificar la aceleración mediante valores, además también registran la información de la aceleración del suelo en tres direcciones que son perpendiculares entre sí. Gracias a que la variabilidad de la aceleración es inestable en el tiempo, será obligatorio la recopilación de información en espacios cortos de tiempo, siendo los valores 0.01 o 0.02 lo más comunes.

La aceleración máxima es una de las características más importantes en un acelerograma, ya que el comportamiento de una edificación podría ser negativo al aplicarle un acelerograma con picos inferiores que otro. Estos casos se pueden verificar en las siguientes imágenes, que resaltan también otras descripciones importantes de los acelerogramas como el contenido de frecuencias, la forma y la duración. (Seismic, 2012).

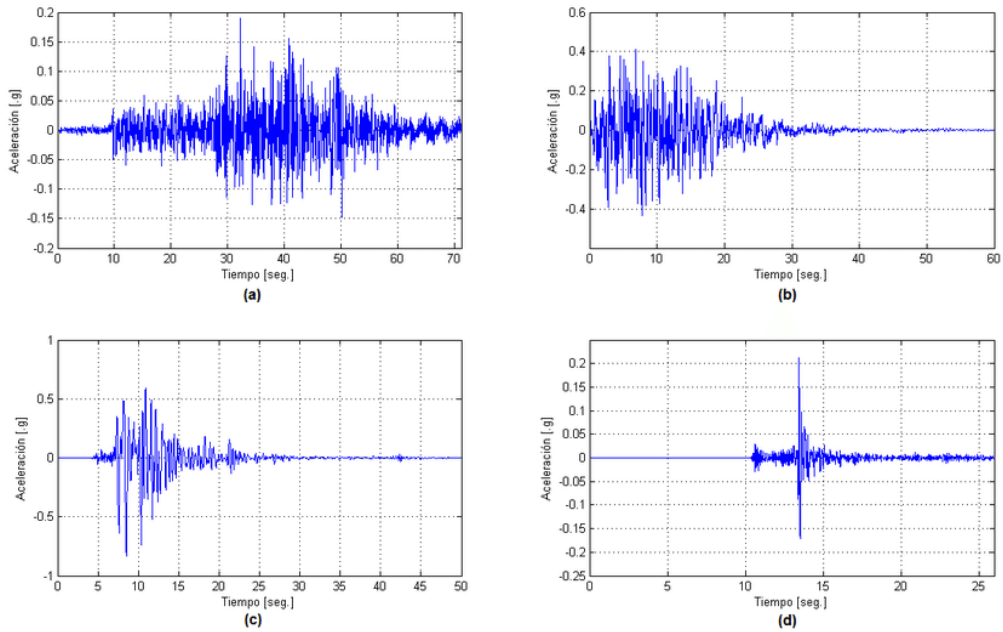


Figura N°: 5 Acelerograma

Para comportamientos sísmicos mediante software de modelamiento estructural importante realizar el análisis de contenido de frecuencias que están en el acelerograma, para lo cual se emplea al espectro de respuesta y Espectro de Fourier y asociado al acelerograma en mención. (Instituto Geográfico Nacional Español, 2000).

- **Espectro de Fourier:** Esto es un parámetro que nos permite conocer el contenido de frecuencias dentro del acelerograma, tal que para cada periodo de oscilación registrado en el acelerograma se identifica la correspondiente amplitud máxima. La amplitud del espectro de Fourier se establece con la siguiente expresión matemática:

$$FS = \sqrt{\left[\int_0^t a(\tau) \cos(\omega \cdot \tau) \cdot d\tau \right]^2 + \left[\int_0^t a(\tau) \text{sen}(\omega \cdot \tau) \cdot d\tau \right]^2}$$

De la definición del espectro de Fourier, se puede inferir cuáles serán los periodos principales del sismo, buscando en los lugares de se alcanza a verificar los picos de amplitud. Adicionalmente, se verá cual es el periodo que predomina en un registro, el cual sería el

periodo donde el espectro de Fourier tiene su valor más alto, y que también establece una relación directamente proporcional con la distancia epicentral. Normalmente, se representan con ejes a escala logarítmica, de tal manera que en el eje X se ubican los periodos de oscilación y en el eje Y, las amplitudes en unidades de centímetros / segundos.

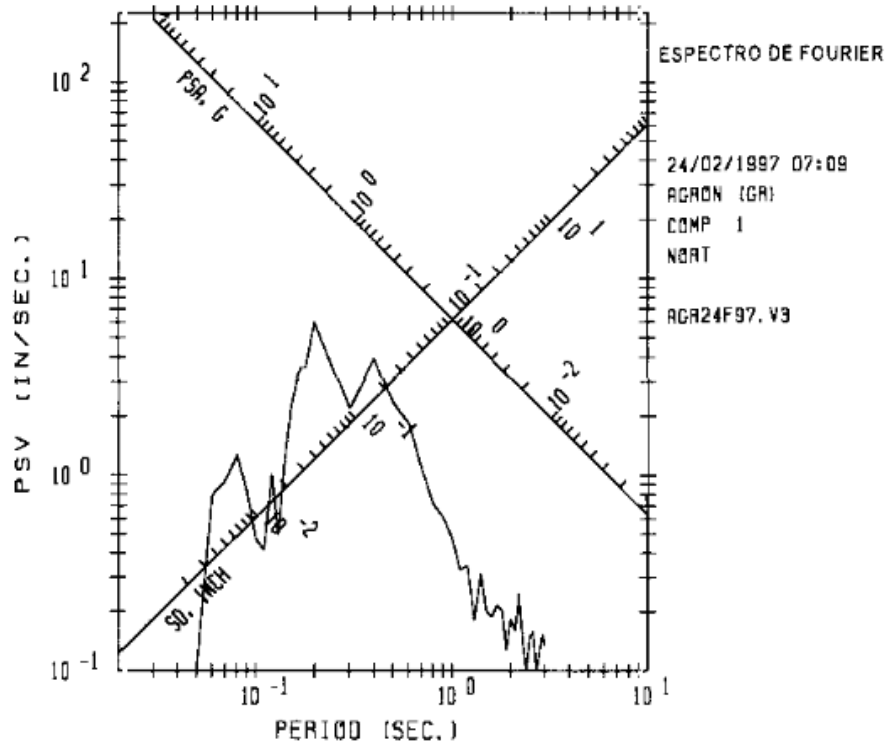


Figura N°: 6 Espectro de Fourier

- Espectro de respuesta:** Cuando nos referimos a la evaluación sísmica de una estructura nos referimos a espectro de respuesta relacionado a un acelerograma, la cual es una gráfica que muestra la aceleración pico que percibiría un oscilador con 1 grado de libertad y periodo denominado T_t si estaría bajo el acelerograma mencionado. Por lo tanto, un oscilador de periodo T_1 sentiría un valor de aceleración A_1 ; T_2 con A_2 , hasta un T_n con A_n , continuamente. La grafica de esta dupla de periodo y amplitud conforma un espectro de respuesta.

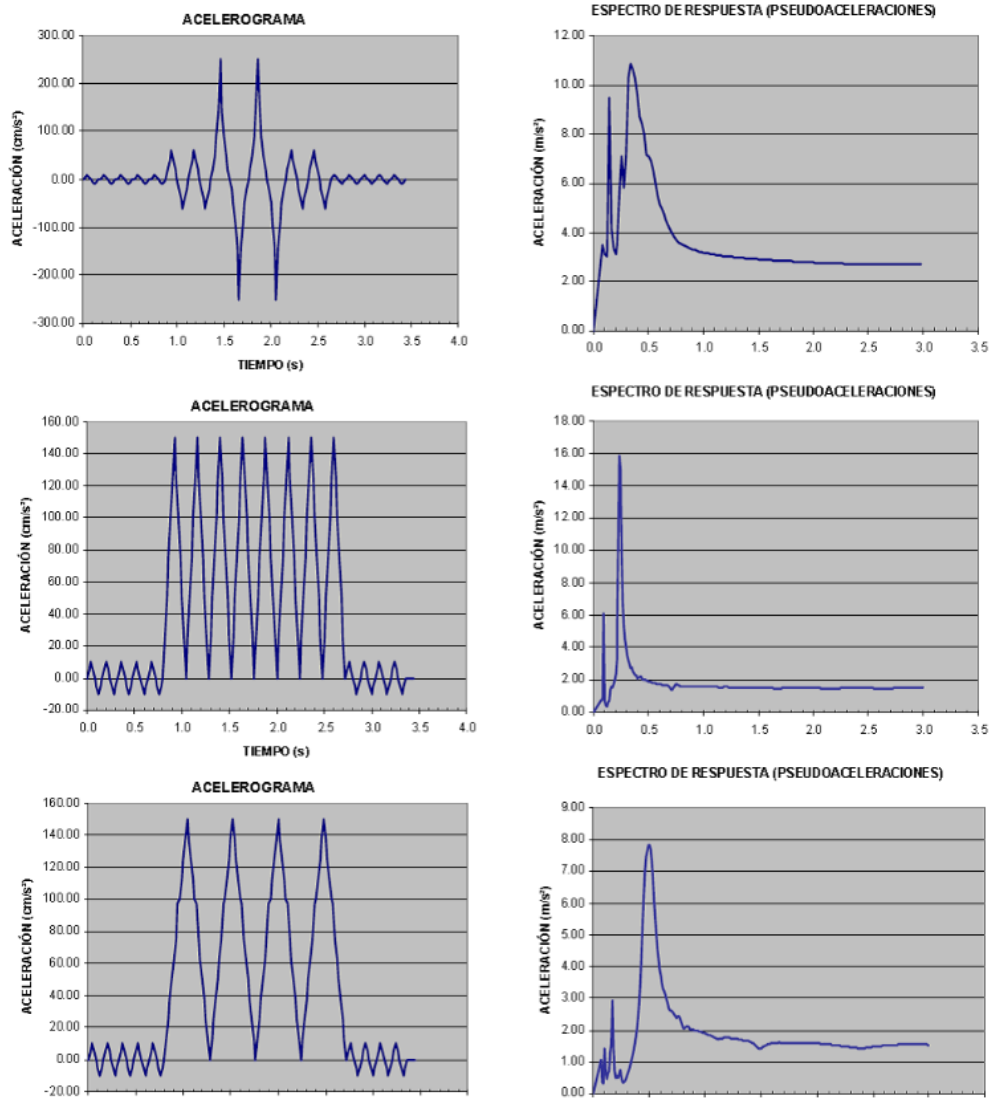


Figura N°: 7 Espectro de respuesta

1.3.2.2. Análisis modal

Este análisis es un procedimiento por el cual se manifiesta una edificación estructuralmente hablando, como lo son sus parámetros modales o propiedades dinámicas tales como frecuencia, amortiguamiento y modos de vibración para el total de modos en el intervalo de frecuencias seleccionadas. Las estructuras naturalmente tienen frecuencias naturales y también presentan modos de vibración, que son dependientes de la rigidez y masa de la edificación seleccionada. Dentro del diseño es obligatorio encontrar estas frecuencias y verificar la manera en que afectan al comportamiento de la estructura cuando se le aplica una fuerza. Este análisis permite modelar, describir, y comprender el funcionamiento de las estructuras en un análisis. (Muñoz Pelaez, 2016).

El objetivo del análisis modal en la evaluación del tipo estructural es calcular las frecuencias naturales y modos de vibración de una muestra en libre vibración. El modelo matemático general para el cálculo dinámico de estructuras se refleja en un sistema de ecuaciones con “n” grados de libertad

$$[M]\ddot{\mathbf{u}} + [C]\dot{\mathbf{u}} + [K]\mathbf{u} = \mathbf{F}$$

Donde:

$[M]$ es la matriz de masa, $[C]$ es la matriz de amortiguamiento,

$[K]$ es la matriz de rigidez, \mathbf{F} es el vector fuerza.

\mathbf{u} es el desplazamiento, $\dot{\mathbf{u}}$ es la velocidad, $\ddot{\mathbf{u}}$ es la aceleración.

Para el estudio de la vibración libre (sin solicitaciones), se busca resolver el siguiente sistema:

$$[M]\ddot{\mathbf{u}} + [K]\mathbf{u} = \mathbf{0}$$

Se realiza un análisis modal para un sistema de “n” grados de libertad, por tanto, de la observación de la ecuación anterior y de la realidad de la vibración libre de una estructura, es claro que deben ensayarse soluciones de tipo armónico:

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}_0 \cdot e^{(\omega t - \varphi)}$$

Sustituyendo la solución propuesta en la ecuación anterior, tenemos:

$$([K] - [M]\omega^2) \cdot \mathbf{u}_0 = \mathbf{0}$$

El sistema homogéneo tiene una solución por cada frecuencia natural. Esta solución está determinada salvo un factor al tratarse de un sistema homogéneo. Sólo hay N-1 componentes independientes en cada frecuencia que es solución del sistema. Estas soluciones de $\#i$ son los autovectores correspondientes a cada autovalor e indican la forma de vibración de la estructura (modos de vibración). Puede determinarse la forma en que vibra el sistema, pero no su amplitud.

Se suele escribir #i de manera que la amplitud de la primera componente sea 1 y llamarle ;al modo i.

$$\phi_i = \begin{pmatrix} 1 \\ \phi_{2i} \\ \phi_{3i} \\ \vdots \\ \phi_{Ni} \end{pmatrix}$$

Los modos son la parte imaginaria que contienen los espectros de frecuencia para el elemento estructural dado, ya sea viga o columna. En estas muestras hay unos valores altos a determinada frecuencia, las cuales coinciden con la frecuencia natural de todo el sistema. Estos valores que son los picos, contienen la información de la amplitud de todos los modos de vibración de la estructura. Unificando los valores de amplitudes de los valores más altos que aparecen para alguna frecuencia de un específico elemento estructural; se obtienen es el modo de vibración relacionada a la frecuencia natural, (Rojas Jaramillo, 2014).

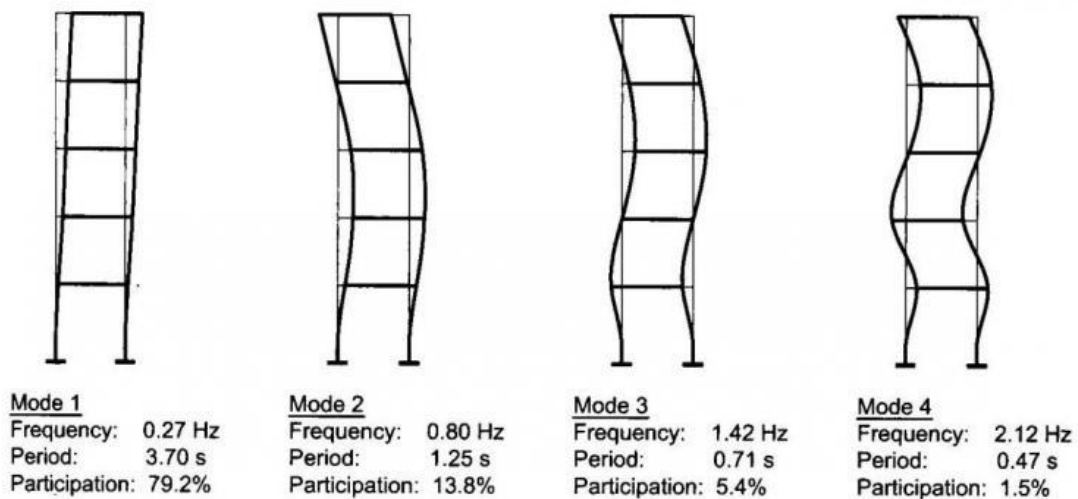


Figura N°: 8 Análisis modal

Los usos más importantes del análisis modal son los siguientes:

- Observar el comportamiento de las estructuras en sollicitaciones de fuerzas dinámicas.

- Cuantificar las medidas de las propiedades estructurales del edificio cuando está bajo la acción de la vibración para afinar los modelos de análisis
- Establece un modelamiento, debido a que brinda un detalle de observación final del funcionamiento de la estructura para evaluación dentro de diseño que se quiere.
- Maneja el comportamiento de la estructura con el objetivo de ubicar las fallas y subsanarlas o pasarlas desapercibida. Su aplicación en otras estructuras tipo puentes esta aun en desarrollo ya que para determinados modelos estructurales están bajo cargas variables en aumento generando fallas con el pasar del tiempo.
- Verificación de estado final de la estructura posterior a un evento que le genere algún daño a la estructura, como el sismo.
- Inferir el comportamiento de la estructura antes sollicitaciones externas u otros eventos de diferentes tipo de operación.
- Permite simular las variaciones en las cualidades dinámicas, por las modificaciones físicas, ya sea aumentando la rigidez o la carga para que el resultado sea la deseada propiedad dinámica.
- Predecir cuantitativamente un aproximado de las fuerzas actuantes en la estructura.

1.3.2.3. Desplazamiento lateral

Es el desplazamiento en la dirección lateral que hay entre dos pisos contiguos al estar bajo los efectos de sismo. Para calcular este desplazamiento o también llamado deriva se tiene la resta de desplazamiento del piso “i” y la de “i-1” para luego dividir las por las altura del nivel seleccionado. (Araque Cristancho, 2015).

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) solicita que estos desplazamientos laterales de cada uno de los pisos sean mínimos para así evitar algún tipo de daño en algún elemento no estructural del edificio, en el cual la medida de la separación del centro de rigidez y de masa sea la menor posible, la máxima deriva debe estar acorde a la tabla de derivas máximas de la Norma.

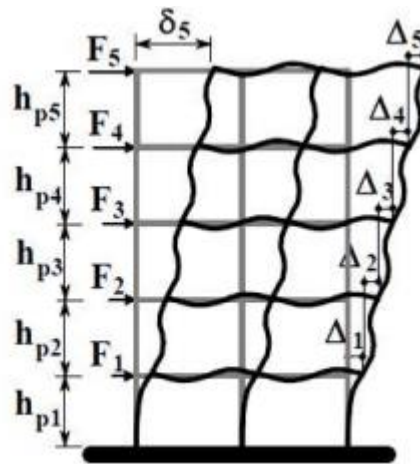


Figura N°: 9 Desplazamiento lateral

La siguiente formula expresa el método para encontrar los desplazamientos laterales en cualquier dirección de análisis en planta y grado de libertad que presente la estructura

$$\delta_{tot,j} = |\delta_{cm,j}| + |\delta_{t,j}| + |\delta_{pd,j}|$$

Donde

$\delta_{cm,j}$ Desplazamiento horizontal del centro de masa en la dirección bajo estudio.

$\delta_{t,j}$ Desplazamiento adicional causado por los efectos torsionales en la dirección bajo estudio cuando el diafragma sea rígido.

$\delta_{pd,j}$ Desplazamiento adicional causado por el efecto P-Delta en la dirección bajo estudio.

El control de las derivas en una estructura es de suma importancia, ya que caso contrario podría dar pase a alguno de los siguientes eventos no deseados:

- Deformaciones pertenecientes al rango inelástico de la estructura visibles en sus elementos.
- Estructura Inestable

- Fallas o daños de las piezas estructurales dentro del edificio que no forman parte dentro del sistema que resiste las fuerzas de sismo.

El (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) a través de la Norma E030 establece los siguientes pasos para evaluar una edificación a nivel estructural por solicitudes sísmicas:

- Las distorsiones o derivas límites deberán ser a los más un 25% adicional referente a los valores presentados en la siguiente tabla.
- Las deformación no serán superiores de 0.667 de las que disminuirán hasta perder su capacidad portante vertical o en su defecto para el caso de desaparición de la resistencia en exceso a un porcentaje equivalente a 30%
- Para cuantificar la resistencia de algunos de los elementos estructurales se usara el factor R de valor 2 como dividendo de los resultados del análisis; según las normas de cada material empleado.
- Para edificaciones con regularidad, los desplazamientos horizontales se hallaran afectando por el 75% del factor R a los valores resultantes del análisis lineal elástico con sismo escalado.
- Para las irregulares, los desplazamientos horizontales en este caso, será el factor R el multiplicado por los valores del análisis lineal y elástico.
- Para encontrar los desplazamientos mencionados no se tomaran en cuenta los valores requeridos de C/R indicados en el ítem 4.5.2. tampoco la cortante normada mínima en la base, indicado en el ítem 4.6.4 de la misma Norma
- El cálculo del desplazamiento máximo relativo de entrepiso, según el punto 5.1, no tendrá que ser mayor a la distorsión que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla N° 2 Límites para la Distorsión del entrepiso

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

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

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Qué relación tienen los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa, 2019?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cómo influye el nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?

¿Cómo influye la rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?

¿Cómo influye la rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?

1.5. Justificación del estudio

La actual investigación da a conocer las relaciones implícitas en el marco práctico, metodológico, teórico y la sociedad por lo cual se tomaron en cuenta las consideraciones siguientes:

Teórico: El presente proyecto de investigación tiene por finalidad contribuir a comprobar cómo realizar una apropiada evaluación sísmica de una estructura de gran importancia como es el Hospital según la RNE - Reglamento Nacional de Edificaciones - y la Norma E030 del Ministerio de Vivienda. Los estudios realizados más destacados que tenemos en cuenta son el comportamiento sísmico, el funcionamiento de los aisladores con núcleo de plomo y las exigencias del lugar.

Práctico: Se llegó a realizar la evaluación del Hospital con la finalidad de conocer la el comportamiento sísmico en base a aisladores sísmicos con núcleo de plomo

Metodológica: Los resultados de este proyecto de investigación proporcionan información muy importante y trascendental sobre cómo se debe de evaluar el comportamiento sísmico de una estructura de gran importancia como un hospital bajo la incorporación de aisladores, incentivando de esta forma a la ciudadanía a valorar los eventos sísmicos comúnmente de nuestro país y la colaboración de una persona debidamente capacitada técnicamente para hacer la evaluación, siendo de relevancia que los Gobiernos Regionales, Ministerios involucrados y Municipalidades lleven un control adecuado de las diferentes construcciones que se ejecutan día a día.

Social: Permitirá mejorar el desempeño sísmico de una estructura hospitalaria para su buen funcionamiento y uso de la población de la provincia de Arequipa

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Los aisladores con núcleo de plomo influyen en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.

1.6.2. Hipótesis específicas

El nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019

La rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019

La rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Encontrar la relación que existe entre los aisladores con núcleo de plomo con la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019

1.7.2. Objetivos específicos

Determinar cómo influye el nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.

Determinar cómo influye la rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.

Determinar cómo influye la rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.

II. MÉTODO

Según (Kerlinger, 1975), menciona a la investigación científica como un procedimiento moderado, minucioso, crítico y empírico, vinculados con los fenómenos naturales”.

Este proyecto se desarrolla a base del método científico, porque se fundamenta en fenómenos reales, como son las consecuencias que traen un sismo.

2.1. Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación tiene diseño no experimental de corte transversal.

(Parra, 2006). La investigación no experimental es la cual los resultados no se alteran, solo se visualiza el fenómeno tal y como se presenta para luego ser estudiado.

(Gomez, 2012). Define que la investigación **cuasi experimental** presenta una clasificación en transversal y consiste en acopiar datos informativos en determinado momento, con el genuino objetivo de especificar las variables y conocer el acontecimiento en un momento dado.

Es por que la realización de esta investigación se trabaja con el diseño de investigación **cuasi experimental** de corte transversal porque las variables no se ven alteradas. Además, los datos obtenidos son recolectados en un determinado momento.

2.1.1. Métodos de investigación

Se determinara de lo general a lo particular de las teorías y leyes a los datos, según el enfoque cuantitativo, mediante la lógica deductiva, según indica (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 11). Por lo que el método de aplicación es el **deductivo**

2.1.2. Tipo de investigación

(Cegarra Sanchez, 2012) Define que una investigación del tipo aplicada engloba conocimientos científicos los cuales tiene por objetivo la aplicación directa con el problema en estudio.

El presente proyecto se desarrolla bajo una investigación aplicada, debido a que se pondrá en práctica los previos conocimientos para su realización.

2.1.3. Nivel de investigación

(Paneque, 1998). Los estudios explicativos se inician en la identificación de los problemas para lo cual es obligatorio el conocimiento de relación causa-efecto. En este tipo de estudios es necesario en el planteamiento de la hipótesis la cual tiene que estar relacionada el problema en estudio.

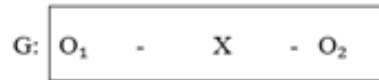
Por lo descrito por Paneque, se define que el presente proyecto de investigación es **explicativo**, porque verificara el requerimiento mínimo estructural y arquitectónico en viviendas.

2.1.4. Diseño de investigación

De acuerdo a (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 149) La actual investigación siguiendo sus objetivos ha elegido el diseño **preexperimental**. Lo cual infiere a los siguientes procedimientos:

1. Una previa medición de la variable dependiente que será estudiada (pre test)
2. Implementación de la variable experimental o independiente X a los sujetos Y.
3. Una medición adicional de la variable dependiente en los sujetos (post test).

Esquema:



Donde:

G: Grupo o muestra
 $O_1 O_2$: Observaciones.
X: Estimulo

2.2. Variables, Operacionalización

(Según Ñaupás Humberto, 2014) es un desarrollo lógico que consiste en modificar las variables teóricas en variables intermedias o dimensiones luego en indicadores para elaborar los índices.

El proceso metodológico de la operacionalización de las variables consta en la descomposición de las variables que conforman al problema de investigación partiendo de lo general a lo específico, donde se encuentran sus dimensiones e indicadores.

2.2.1. Variables Identificación de variables

Las variables de investigación son las mostradas a continuación:

V1: Aisladores con núcleo de plomo

V2: Evaluación del comportamiento sísmico

2.2.1.1. Variable independiente - Aisladores con núcleo de plomo

(Santos Vega, 2015) El sistema de aislación con núcleo de plomo se basa en la conformación de caucho de bajo amortiguamiento con láminas de acero colocadas intercaladamente y en el centro ubicamos el núcleo de plomo, que está bajo presión y convirtiéndose en una sola unidad. El núcleo de plomo sirve para la producción de bastantes

ciclos estables de histéresis ya que fluye a una tensión equivalente a 10 MPa y permite su recristalización con la temperatura ambiente, lo cual permite una resistencia optima a la fatiga.

2.2.1.2. Variable dependiente - Evaluación del comportamiento sísmico

La Evaluación se centra en realizar un análisis de manera matemática de la estructura actual ante sollicitaciones sísmicas y cargas de gravedad para encontrar el estado vigente actual de la estructura y sus elementos estructurales principales, tales como columnas, cimientos, columnas, muros, placas, etc; Para llevar a cabo la evaluación se realizaron sistemas ideales de apoyo y conexión entre los elementos estructurales, en otras palabras a nivel matemático se simulaban para obtener el comportamiento sísmico más cercano a la realidad. (Abanto, 2003)

2.2.2. Operacionalización de variable

Tabla 2: 1 Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Aisladores con núcleo de plomo	(Santos Vega, 2015) Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente de caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión y se convierten en una unidad. El núcleo de plomo se coloca para producir numerosos ciclos histéricos estables ya que este fluye (a una tensión de 10 MPa) y recristaliza a temperatura ambiente; esto hace que tenga una buena resistencia a la fatiga.	Los aisladores con núcleo de plomo permiten un adecuado funcionamiento de la estructura ante eventos sísmicos de gran magnitud, distribuyendo los desplazamientos laterales y aumentando el periodo de la estructura	Amortiguamiento	10% 15% 20%	Fichas técnicas
			Rigidez lateral	Desplazamiento lateral	Ensayos de laboratorio
			Rigidez vertical	Deflexiones verticales	Ensayos de laboratorio
Evaluación del comportamiento sísmico	El análisis de la estructura se hará, por lo general, a través de una verificación de la medición de la capacidad portante y del nivel de servicio en base a la construcción y otros agentes externos a la estructura. Para lo cual puede considerarse un proceso de evaluación por etapas que tome en consideración las condiciones iniciales y proyectadas de la estructura, estableciendo en cada etapa como los factores que influyen a la edificación, como, por ejemplo: altura, uso, forma, zona, etc.	La evaluación estructural de la edificación se verificará de acuerdo al modelamiento en ETABS y obteniendo los parámetros básicos mínimos requeridos por la Norma E030 y e060 para una edificación hospitalarios	Acelerograma	Escala de sismo	Registro sísmicos históricos
			Análisis modal	Variación del periodo fundamental	Software ETABS
			Derivas	Control de la distorsión de entrepiso (Según E030)	Software ETABS

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Basado en la perspectiva estadística, se denomina a la población al conjunto de componentes que son parte del objeto en estudio; , (Borja S., 2012 pág. 30).

Son las aproximadamente 15 hospitales ubicadas en el sector de Cerro Colorado en la provincia de Arequipa

2.3.2. Muestra

(Hernández Sampieri, y otros, 2010) establece que la muestra es una parte del grupo de la población seleccionada donde se recolecta información y se limitan con precisión, siendo el representativo de la población asignada.

Por ello, la muestra será el Hospital Maritza Campos de Arequipa, 2019.

2.3.3. Muestreo

Es aquel en que todos los elementos de la población poseen igual posibilidad de ser elegidos, (Namakforoosh, 2015 pág. 133).

Se utiliza la siguiente fórmula para hallar el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{(p.q)Z^2.N}{(EE)^2.(N-1)+(p.q)Z^2}$$

Siendo:

n = 12 Tamaño de la muestra

N = 27 Tamaño de la población

Z = 1.65 Valor de la distribución normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza; para el 90%

E = 7% Máximo error permisible

p = 95% (0.95) probabilidad de éxito

q = 5% (0.05) probabilidad de fracaso

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

2.4.1. Técnica

La Técnica utilizada en la investigación es denominada técnica de análisis de los documentos y observación de los hechos de manera directa.

(Del Cid , y otros, 2011) establece que basados en la metodología de acercamiento al fin del estudio y ver de forma directa lo que pasa se fundamenta la técnica de observación directa de hechos.

2.4.2. Instrumento

El instrumento de colección de información de la investigación será una ficha de recolección datos, formulado por el autor de la investigación.

Según (Del Cid , y otros, 2011) indica que la ficha de recolección de datos se fundamenta en extraer segmentos de información de fuentes documentales.

2.4.3. Validación

Es la forma como un instrumento mide una variable la cual que pretendemos medir, (Ospino Rodríguez, 2004 pág. 168).

La explicación de la envergadura del coeficiente de validez es de la siguiente manera:

Tabla N° 3 Rango y Magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

En este proyecto la validez fue sometida a una evaluación por expertos.

Tabla N° 4 Coeficiente de validez por juicio de expertos

VALIDEZ	ING	ING	ING	PROMEDIO
Variable independiente	1	1	1	1
Variable dependiente	1	1	1	1
Indice de validez				

2.4.4. Confiabilidad

Se refiere a la evaluación que se realiza a ciertos individuos por la cual obtendremos los mismos resultados en diferentes ocasiones, (Bernal Torres, 2006 pág. 214).

En este proyecto de investigación la confiabilidad está basada en la amplia experiencia con que cuenta el asesor en el área de diseño sísmico estructural, el cual colaborara en el desarrollo de este proyecto.

2.5. Procesamiento de información

Se refiere a la evaluación que se realiza a ciertos individuos por la cual obtendremos los mismos resultados en diferentes ocasiones, (Bernal Torres, 2006 pág. 214).

En este proyecto de investigación la confiabilidad está basada en la amplia experiencia con que cuenta el asesor en el área de diseño sísmico estructural, el cual colaborara en el desarrollo de este proyecto.

2.5.1. Descripción de la zona de estudio

2.5.1.1. Ubicación del área de estudio

El Hospital en estudio se encuentra ubicado en la Avenida Chávez Bedoya, en el distrito de Cerro Colorado, región de Arequipa



Figura N°: 10 Ubicación del Hospital Maritza Campos

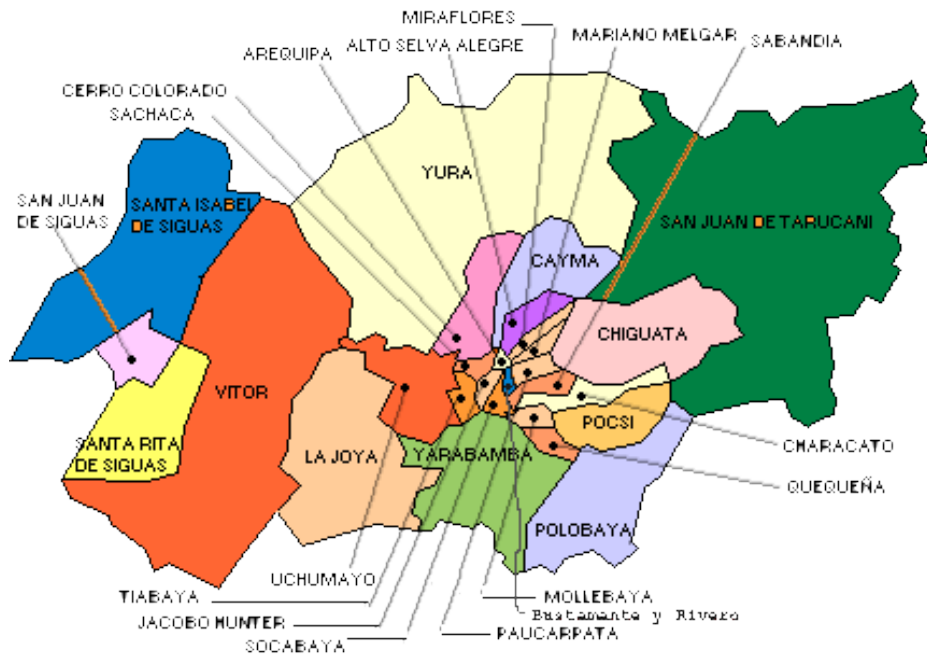


Figura N°: 11 Plano de localización de investigación

2.5.1.2. Condiciones climáticas

El clima de la zona es el común de la zona costera sureña, registrándose en Arequipa las características de templado y húmedo, con lloviznas en los meses de invierno.

2.5.1.3. Características del proyecto

La evaluación estructural a nivel sísmico en cuestión es un Hospital de la Provincia de Arequipa

2.5.2. Características generales de las unidades de investigación

El proyecto: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO CON AISLADORES CON NÚCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019”, para determinación de las condiciones y características del comportamiento sísmico.

Para el desenvolvimiento de la investigación se hará en análisis de un único hospital con el empleo de aisladores con núcleo de plomo. Esta estructura ha sido adaptada de tal manera que los resultados sean compatibles con otros casos que presenten un sistema estructural similar.

2.5.2.1. Consideraciones iniciales de la evaluación estructural sísmica

Materiales Empleados

- Modelo del concreto armado con $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad para la resistencia definida: $E_c = 15000\sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
- Modelo del acero grado 60.

Elementos Estructurales

Losas modeladas como área con fuerzas fuera del plano en una dirección, para el caso de aligerados, en dos direcciones y para las losas macizas.

- Vigas modeladas como elementos lineales bajo solitudes de flexión y cortante.
- Columnas modeladas como elementos lineales bajo solitudes de axial, flexión, y cortante
- Muros de corte como elementos área tipo cáscara.
- Diafragmas rígidos presentes en todas las losas sin irregularidades importantes.
- Colocación de rótulas en extremos de vigas donde no se verifica en su totalidad la continuidad del refuerzo.

Cargas Permanentes:

- Peso específico para elementos de concreto: 2.300 ton/m³
- Peso específico para elementos de concreto armado : 2,400 Ton/m³
- Peso específico para albañilería : 1,800 Ton/m³
- Peso de la losa incluidas con viguetas pretensadas (e=0.20m) : 0.280 Ton/m²
- Peso de la tabiquería móvil : 0.1100 Ton/m²
- Peso del piso terminado (e=5cm) : 0.100 Ton/m²

Sobrecargas:

- En áreas de uso de alta importancia : 350 Kg/m²
- En ambientes para azoteas : 100 Kg/m²
- En ambientes para estacionamientos : 250 kg/m²

2.5.2.2. Modelamiento de la estructura solicitada

El software empleado para este análisis es el ETABS, el cual permite realizar el análisis dinámico para verificar el desempeño sísmico del hospital considerando los parámetros básicos antes mencionados y los criterios a tomar en cuenta.

Para modelar el comportamiento del concreto armado bajo la influencia de los aisladores con núcleo de plomo se determinó la factibilidad del modelo del hospital presentado, de esta manera se logró representar con suficiente precisión la realidad, pero tomando en cuenta la gran dispersión de los componentes de este comportamiento

2.5.2.2.1. Modelamiento de los elementos estructurales

- Vigas, modeladas como elementos tipo Frame.
- Columnas, que de igual manera fueron modeladas como elementos tipo Frame
- Losas modeladas como elementos tipo Shell, para así representar el comportamiento en dos direcciones. Además de haberles asignando un valor de espesor de 0.000001 (valor matemáticamente igual a 0) y en su lugar se ha agregado el peso como una carga para la losa

2.5.2.2.2. Modelamiento del sistema aislado

En el software de modelamiento estructural ETABS, el sistema de aislación con núcleo de plomo serán modelados como elementos “lineales link” y conceptualizado como rubber isolator. Solo serán considerados los grados de libertad del tipo traslación : U1, U2, U3. En U1 o axial, solo se tomaran en cuenta el análisis lineal; para U2 y U3 se tomaran para el análisis lineal y no lineal , en caso sea necesario.

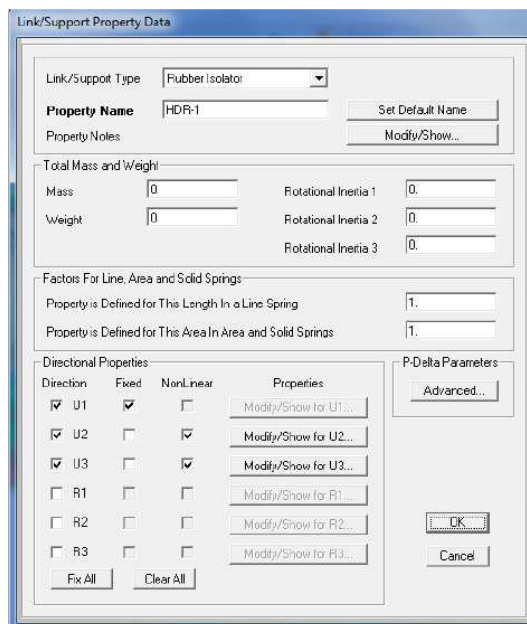


Figura N°: 12 Procesamiento del sistema aislado

Las propiedades ingresadas al ETABS como definiciones o parámetros se clasifican según el tipo de análisis que se llevara a cabo con el modelo. De esta manera, para el análisis líneas las propiedades serán halladas anteriormente para un deslizamiento ensayado en laboratorio.

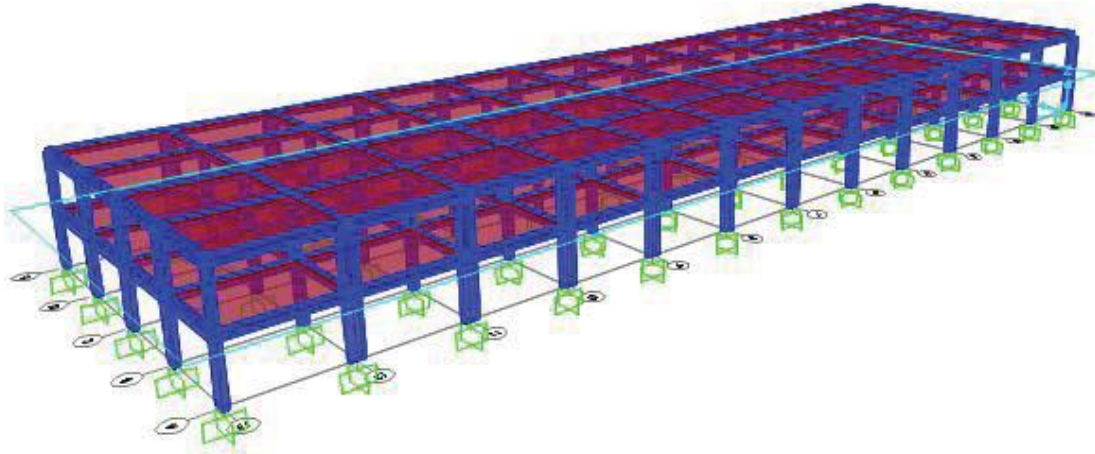


Figura N°: 13 Modelamiento de la estructura

2.5.2.2.3. Características para el análisis sísmico

- Fuente de masa: se verifico que el software empelado use los patrones de carga definidos para el modelo, para que se puedan controlar manualmente como se calcula la masa de la estructura, esto es debido a que se han metrado las cargas vivas y muertas en las losas y se han asignado manualmente, para formar un modelamiento real. Como lo indica la Norma E030, se ha asignado 100% de carga muerta y 50% carga viva
- Numero de modos de vibración: se estableció que debido a los diafragmas definidos en cada piso modelado, el número más adecuado de modos de vibración era de 6, por los 6 grados de libertad del modelo; 2 de traslación y 1 rotación por piso.
- Características de las señales: Las señales de esta investigación han sido seleccionadas con el fin de representar adecuadamente el peligro sísmico al cual se enfrentan las estructuras de nuestro país, es por eso que se han usado sismos

de características similares a lo solicitado en el Perú, los cuales son generados por subducción y de alto contenido en frecuencias altas en el espectro de Fourier. Por lo cual, se han seleccionado 1 sismo de Lima y 2 señales de sismos de gran magnitud pertenecientes al Cinturón de Fuego como el Perú (Chile y Japon), ya que nuestro país carece de registros altos con sismos de periodos de retorno de 500 años. Por lo tanto, es posible usar señales combinadas que conformen una característica más amplia de sismo que se desea simular. Se han seleccionado las siguientes señales sísmicas

1. Lima, 1974. Aceleración máxima del suelo (PGA) : 0.516g y periodo (T): 0.16 seg
2. Japón 2011, PGA: 0.521g y T: 0.12 seg
3. Chile , 2010; PGA: 0.49g y T: 0.24 seg

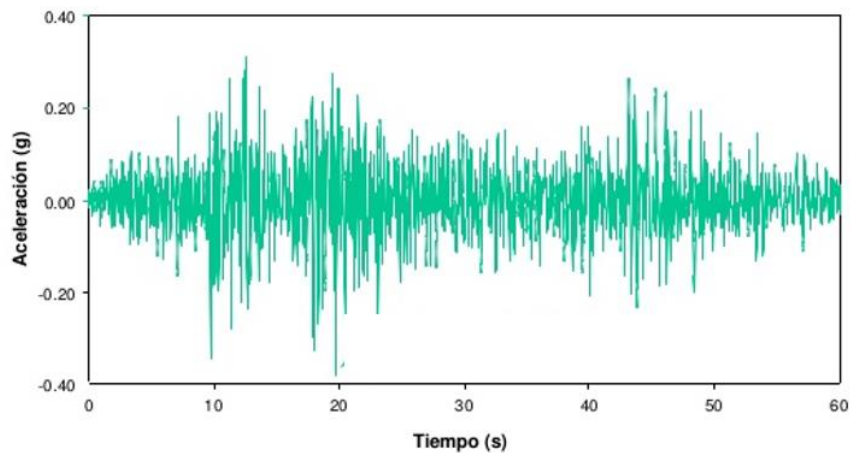


Figura N°: 14 Análisis sísmico

Escalonamiento al espectro de la norma: el espectro generado será basado al de la Norma E030 usando valores de $0.2T$ y $1.5T$, de esta manera se puede aproximar al espectro usado en la estructura. De esta manera se genera el espectro de Pseudo Aceleración.

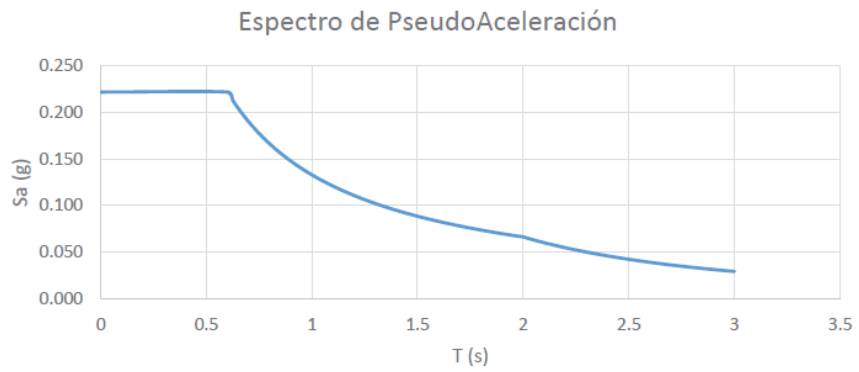


Figura N°: 15 Espectro de Pseudoaceleracion

- Parametros sísmicos: Son los mostrados en base a la Normativa sismoresistente:

Tabla N° 3 Parámetros sísmicos

Tipo de Parametro	Simbolo	Valor Seleccionado
Zona	Z4	0.45
Uso	A1	1.5
Suelo	S2	1.05
Periodo según suelo	Tp	0.6
	Tl	2.0

III. RESULTADOS

Los resultados de la investigación están conformados en primer lugar, por el hallazgo de la fuerza cortante aplicada en la base de edificación basados en la fuerzas que se ejerce en los pórticos; en segundo lugar, los desplazamientos elásticos para calcular las derivas de entrepiso y finalmente, la verificación del análisis dinámico que la Norma E 030 exige acompañado con el análisis estático que se presentara a modo de comparativo ya que el objetivo principal es evaluar los resultados a partir de las solicitudes sísmicas en ambas direcciones de análisis.

3.1. Resultados sin aislación

3.1.1. Fuerza Cortante Basal

Esta fuerza es calculada a partir de las fuerzas totales tabuladas en cada piso. Según la estructura de fija en la base, tienen un total de 392 Ton aproximadamente para la longitud más larga y en su transversal un total de 410 Ton aproximadamente.

3.1.2. Derivas

Para encontrar las derivas se ha verificado el desplazamiento en cada diafragma en cada piso, para ambas direcciones. Se calcularan los desplazamientos inelásticos de acuerdo a la normativa, el cual indica el factor multiplicador de 0.75 y el total del factor sísmico de reducción R , es decir $0.75R$. Con estos desplazamientos inelásticos de entrepiso se encontrara la deriva correspondiente a la estructura según la Norma E030. Tomando en cuenta los valores de deriva. Se debe tener en consideración, que en base a la deriva resultante se verificara la regularidad o no de la estructura según la normativa vigente.

3.1.3. Derivas en la dirección Y-Y

Tal y como se muestra en la siguiente tabla se han encontrado los desplazamientos elásticos de la estructura en la dirección Y-Y

Tabla N° 4 Derivas en la dirección Y - Y

PISO	DESPLAZAMIENTO ELASTICO (mm)	DESPLAZAMIENTO ELASTICO ENTRE PISOS (mm)
1	3.62	3.62
2	6.96	3.34

siguiendo el procedimiento normativo, se presentan los valores de los desplazamientos inelásticos agregando un 75%R a los valores de desplazamientos elásticos

Tabla N° 5 Desplazamiento inelásticos agregando un 75% R dirección Y-Y

PISO	DESPLAZAMIENTO INELASTICO (mm)	DESPLAZAMIENTO INELASTICO ENTRE PISOS
1	21.72	21.72
2	41.76	20.04

Y finalmente el cálculo de deriva según lo establecido en la Norma E030.

Tabla N° 6 Derivas calculas en dirección Y-Y

PISO	DERIVA (o/oo)
1	0.0054
2	0.005

De los valores presentados se puede verificar que no hay presencia de piso blando en la estructura al estar dentro de los valores limites, por lo tanto tampoco hay piso blanco extremo.

3.1.4. Derivas en la dirección X-X

Tal y como se muestra en la siguiente tabla se han encontrado los desplazamientos elásticos de la estructura en la dirección X-X

Tabla N° 7 Derivas en la dirección X - X

PISO	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO (mm)	DESPLAZAMIENTO ELÁSTICO ENTRE PISOS (mm)
1	2.88	2.88
2	6.43	3.55

Siguiendo el procedimiento normativo, se presentan los valores de los desplazamientos inelásticos agregando un 75%R a los valores de desplazamientos elásticos

Tabla N° 8 Desplazamiento inelásticos agregando un 75%r dirección X-X

PISO	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO (mm)	DESPLAZAMIENTO INELÁSTICO ENTRE PISOS (mm)
1	17.28	17.28
2	38.58	21.3

Y finalmente el cálculo de deriva según lo establecido en la Norma E030.

Tabla N° 9 Deriva calculas en dirección X-X

PISO	DERIVA (o/oo)
1	0.0043
2	0.0053

De los valores presentados se puede verificar que no hay piso blando en la estructura al estar dentro de los valores límites ni piso blando extremo

3.1.5. Periodo Fundamental de la Estructura

De acuerdo a los parámetros ya definidos, de acuerdo a los 2 pisos y 3 grados de libertad para cada uno de estos, se adquieren los 6 modos de vibración del modelo estructural

Tabla N° 10 Periodo Fundamental de la Estructura

MODO DE VIBRACIÓN	PERIODO (s)
1	0.31
2	0.296
3	0.233
4	0.11
5	0.094
6	0.081

Los primeros 3 periodos corresponden al primer piso de la estructura; así como los últimos 3, pertenecientes al segundo piso. Por lo tanto, los modos 1 y 4 pertenecen al desplazamiento en X-X vinculados a un 90% y 10.1% de masa participativa respectivamente. De este modo, el primer modo de vibración de 0.31 segundos es el dominante para esta dirección de análisis. Así también para el eje Y-Y el modo 2 y 5 con una masa de participación al 85.5% y 14.5% cada uno, para que sea el de 0.296 del segundo modo de vibración el representativo de la dirección Y-Y. Por ultimo para la dirección Z-Z , el grado de rotación en su mismo plano tendrán asociados a los modos 3 y 6 los cuales tienen un 90% y 11% de masa participativa, teniendo al de tercer modo con 0.233 segundos como dominante en esta dirección.

3.2. Resultados con aisladores con núcleo de pomo

Resultados comparativos con el aislador seleccionado en sismo de Lima 1972 y el espectro de aceleración seleccionado anteriormente con una combinación de sismos escalados como la Norma E 030 lo indica.

Para comparar los resultados del sismo ocasionado en 1972 se obtuvo el acelerograma y se realizó un análisis tiempo historia para este sismo en específico con el uso del aislador del núcleo de plomo

3.2.1. Periodos de vibración

Al igual que en el ítem anterior, de acuerdo al análisis con el software ETABS con el condicionamiento de un bloque rígido que se refiere al Hospital y a los aisladores que representan una base flexible.

Tabla N° 11 Periodo de vibración

MODO DE VIBRACIÓN	PERIODO (s)	PERIODO (s)
1	0.31	0.966
2	0.296	0.961
3	0.233	0.882
4	0.11	0.141
5	0.094	0.14
6	0.081	0.107

3.2.2. Fuerza Cortante en la base

Tal y como se espera de un sistema de aislación de una estructura, la fuerza cortante ubicada en la base en la dirección de análisis X-X se reducen notablemente. La fuerza cortante actuante en la estructura debido al sismo de Lima en la dirección de análisis X-X es 1891 Ton sin aislamiento y con aislamiento es un total de 868 Ton.

De la misma manera se verifica la comparación con los registros de cortante vs tiempo en la dirección X-X aplicando el acelerograma de 1970

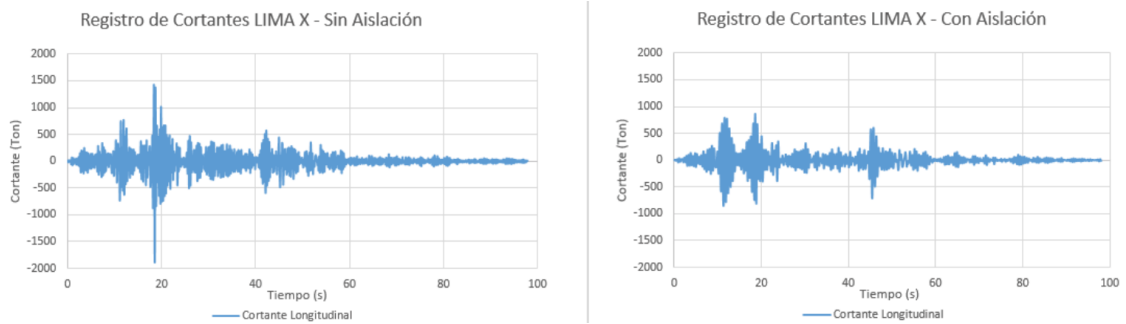


Figura N°: 16 Fuerza cortante en la base Y-Y

En la dirección de análisis Y-Y, considerando el mismo sismo de Lima en 1970 sin aislación en la base es de 1798 Ton y considerando una aislación con núcleo de plomo es de 874 Ton.

Igualmente que en la dirección X-X se presentan los valores de registros de cortante vs tiempo en la dirección Y-Y aplicando el acelerograma de 1970 en Lima

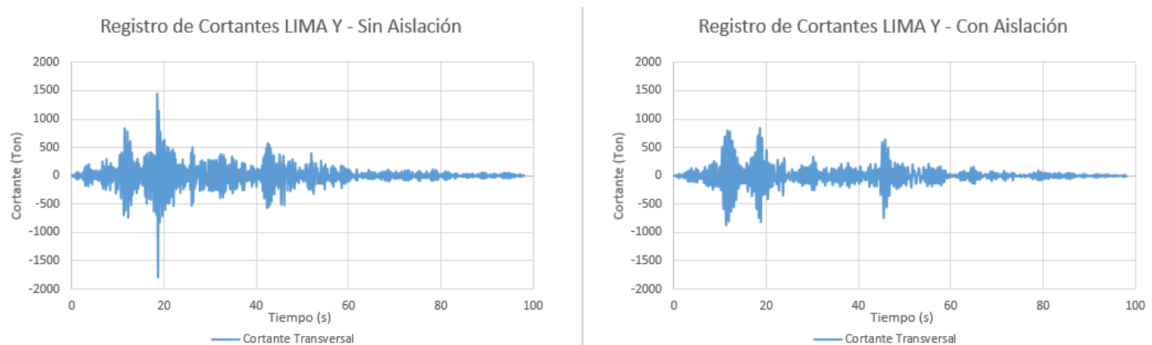


Figura N°: 17 Fuerza cortante en la base X-X

3.2.3. Derivas máximas

Al igual que los periodos de vibración, los desplazamientos y por ende las derivas se verán afectadas por el sistema aislado usado en la base considerando el acelerograma de Lima en 1970

Como se verifico en los casos de cortante en la base se verifica una notable reducción de las derivas máximas; en este caso se compararan las derivas máximas ubicadas en la azotea de la estructura

Para la dirección X-X la deriva máxima sin aislación es 0.0045 por contraste de 0.0026 incluyendo el sistema de asilamiento en la base.

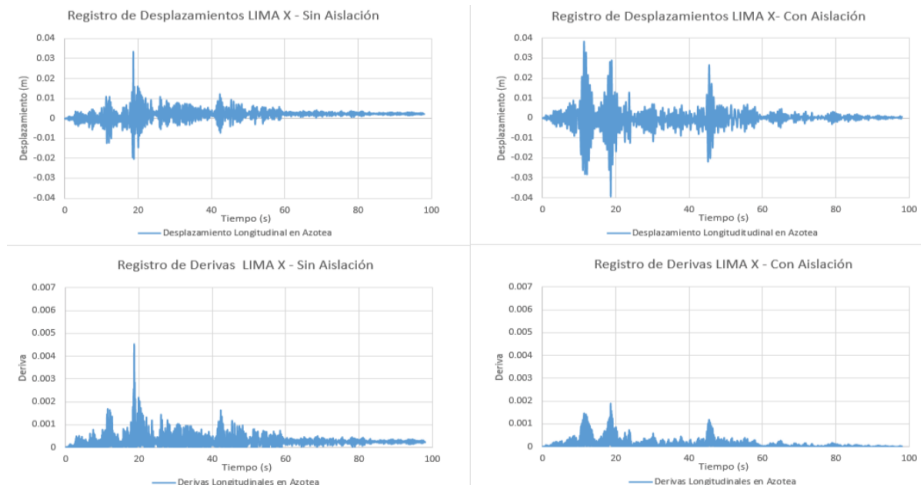


Figura N°: 18 Derivas máxima en la dirección X-X

Para el caso de la dirección Y-Y la deriva máxima sin aislación es de 0.0049 e incluyendo la aislación en la base es de 0.0025.

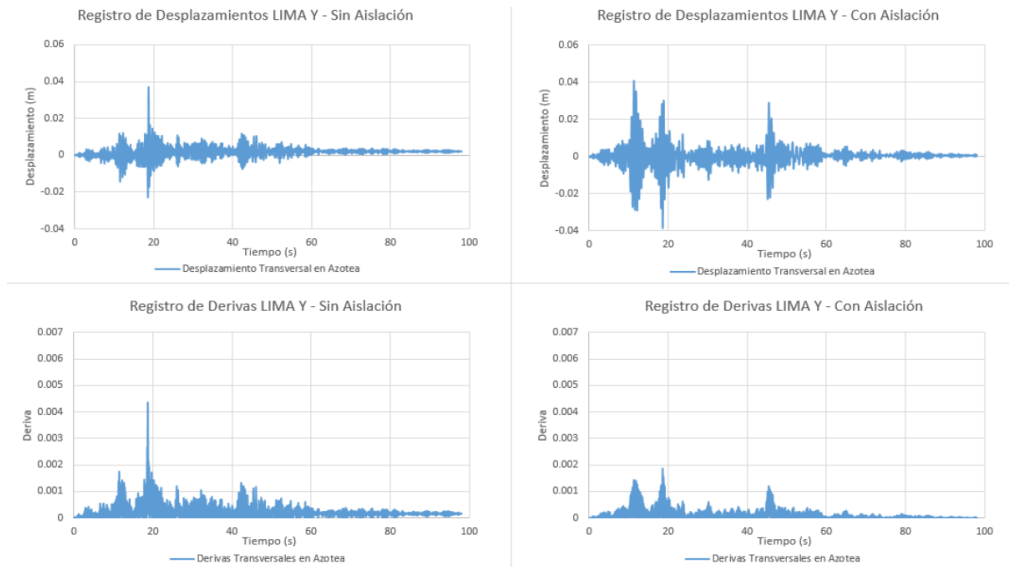


Figura N°: 19 Derivas máxima en la dirección Y-Y

IV. DISCUSIÓN

1ero: Según lo indicado por (Herrera Mena, 2018), en “Desempeño sísmicos en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso”, donde indica que para edificaciones aporricadas con poca esbeltez y bajo periodo de vibración, los aisladores tuvieron un mejor funcionamiento; mientras que, para edificaciones muy esbeltas y alto periodo de vibración, los amortiguadores se desempeñaron de una mejor forma. Por lo cual según los resultados obtenidos donde el periodo de vibración de 0.31 segundos tiene un periodo promedio y es de baja altura por ser de dos pisos pero tiene una base amplia de cimentación. Por lo tanto, hace referencia al comportamiento sísmico con el uso de aisladores con núcleo de plomo en el Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019.

2do: En la investigación de (Trujillo Benito, 2017), “Diseño de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado”, donde manifiesta que es indispensable controlar posibles amplificaciones de la aceleración en la edificación aislada debido a la naturaleza de las señales de sismos típicas tipo S2 o S3. A lo cual, en contraste con la presente investigación, indicaría un nivel de amortiguamiento relativamente alto, equivalente al 30% - 35% a los aisladores con núcleo de plomo para la eficaz evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019.

3ero: La indicación de (Perez Zamora, y otros, 2016), presente en su investigación titulada “Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles de sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado”, es que para proyectos de edificios de altura mayor a 20 m y con ubicación cercana a fallas comprobadas se realiza un análisis Pushover ya que los movimientos sísmicos generados por estas están caracterizados por largos periodos y amplitudes, y un tipo de excitación de pulso que tienden a producir amplios desplazamientos en los aisladores, lo cual genera que los aisladores resulten de dimensiones considerables. A lo cual, según lo expuesto en la investigación los ensayos de laboratorio serán necesarios para conocer y definir un desplazamiento lateral como lo mencionado y definido en el capítulo I al igual que los ensayos de carga vertical para los aisladores con núcleo de plomo y poder verificar la evaluación del comportamiento sísmico en el Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019.

4to: Según, (Zutner Merliht, 2015). En su investigación titulada “Análisis y diseño de un hospital con aisladores elastoméricos en el Perú”, indica que el sistema de aislamiento en nuestro país para estructuras con periodo fundamental bajo es muy beneficiosa, para lo cual se implementa un sistema de aislación a una edificación porque así estaremos salvaguardando las vidas humanas y también la estructura de la edificación ante posibles sismos. En base a estos resultados y verificando el periodo fundamental de la estructura evaluada en la presente investigación es factible usar los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Martiza Campos en Arequipa, ya que su función es la de mantenerse operativo luego de un sismo de alto contenido de frecuencia.

V. CONCLUSIONES

1ero: En base a los resultados presentados con y sin aisladores con núcleo de plomo en el sistema estructural, se verifica que un sistema de aislación influyen en el comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019; debido a que conlleva a que el sismo enfoque su energía en los aisladores y dejando a la estructura superficial con un funcionamiento óptimo debido a las fuerzas sísmicas solicitadas.

2do: Se verifica que según el nivel de amortiguamiento usado en los aisladores con núcleo de plomo en los ensayos de laboratorio influyen significativamente en la evaluación del comportamiento sísmico, tal y como muestra la siguiente imagen.

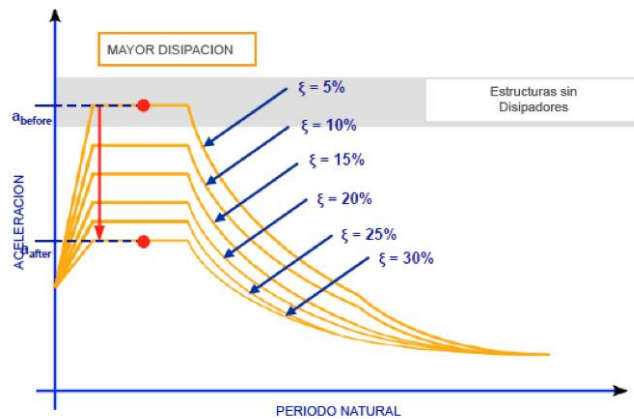


Figura N°: 20 Aceleración vs periodo natural

3ero Según los ensayos de laboratorio se verifica un adecuado desplazamiento lateral de los aisladores con núcleo de plomo además de un buen soporte y ubicación de la carga vertical. Ya que, según los resultados la cortante basal disminuyo casi en un 50% y las derivas máximas aproximadamente en un 60%, por lo cual el funcionamiento de los aisladores realizaron un desempeño acorde a lo esperado.

4to: Los aisladores con núcleo influyeron en gran nivel a los periodos dentro de la evaluación del comportamiento sísmico de la estructura, esto refiere a una flexibilización de la estructura y sistema de aislación, tal que se tenga a la estructura como un bloque más rígido y una base más flexible, el cual representa el sistema de aislación con núcleo de plomo. De

esta manera, se aumentan los niveles de periodos fundamentales en ambas direcciones de análisis, lo cual para la estructura es un aumento de flexibilidad, gracias a los aisladores que tienen gran capacidad de deformación.

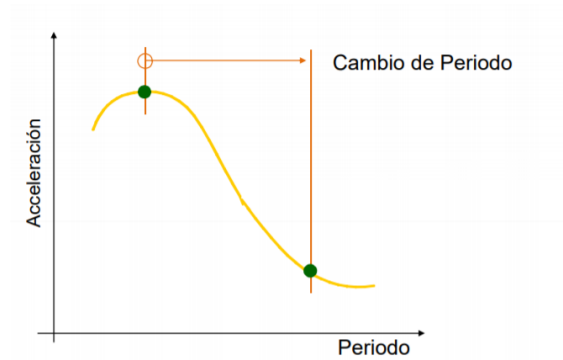


Figura Nº: 21 Cambio de periodo

VI. RECOMENDACIONES

1ero: Se recomienda tomar en cuenta una adecuada elección de las características de los aisladores con núcleo de plomo, ya que cada sistema de aislación tiene características diferentes para cada tipo de estructura, según su uso e importancia; en este caso, el Hospital Maritza Campos en Arequipa deberá tener un estado funcional luego del evento sísmico con periodo de retorno de 450 años aproximadamente.

2do: Se recomienda seleccionar un nivel de amortiguamiento límite de 30% a 35% en los aisladores con núcleo de plomo ya que estos permiten una disminución de los efectos de los sismos representados en esta investigación como acelerogramas, de esta manera se obtendría un gran nivel en el comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019

3ero: Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio de acuerdo a la función de la estructura a evaluar, ya que los ensayos de carga vertical y desplazamiento lateral de los aisladores con núcleo de plomo podrían variar de acuerdo al presupuesto, uso del proyecto, zonificación y tipo de suelo; de esta manera se asegura una adecuada evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos en Arequipa, 2019

4to: Se recomienda tomar en cuenta el modelo matemático de 3 grados de libertad por cada piso de la estructura evaluada, ya que para el caso de la presente investigación, permite una correcta identificación de los periodos de vibración en la dirección X-X, Y-Y y Z-Z; de esta manera se corrobora 3 modos de vibración por cada piso permitiendo una rápida evaluación del comportamiento sísmico en el Hospital Maritza Campos de Arequipa, 2019

VII. REFERENCIAS

- Aguilar Chanini, Julio Cesar y Aguilar Escobar, Carlos Ivan. 2017.** *Evaluación y reforzamiento estructural del edificio de la escuela profesional de obstetricia - UNJBG - Tacna.* Tacna : Universidad Nacional Jorge Besadre Grohmann, 2017.
- Araque Cristancho, Yarely del Rocío. 2015.** *Guía para el Cálculo de la Fuerza Horizontal Equivalente.* Bogota : s.n., 2015.
- Camara Chilena de Construccion. 2011.** *Aplicacion de los aisladores sismicos en Chile.* Santiago : s.n., 2011.
- Camara Chilena de la Construccion. 2012.** *Protección Sísmica de Estructura - Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía.* Santiago : s.n., 2012.
- Cegarra Sanchez, Jose. 2012.** *Metodología de la investigación científica y tecnológica.* Madrid : s.n., 2012.
- Del Cid , y otros. 2011.** *Investigación, Fundamentos y metodología .* Mexico : s.n., 2011.
- Game Doylet, Daniel Eduardo. 2016.** *Aplicación de sistemas de aislamiento sísmico en edificaciones.* Guayaquil : s.n., 2016.
- Gomez, Marcelo. 2012.** *Metodología de la investigación.* Medellin : s.n., 2012.
- Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado , Carlos y Baptista Lucio, Pilar . 2014.** *Metodología de la investigación.* México : MC Braw Hill, 2014.
- Herrera Mena, Marco. 2018.** *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso.* Piura : s.n., 2018.
- Instituto Geografico Nacional Español. 2000.** *Registro y Tratamiento de Acelerogramas.* 2000.
- Kerlinger, Fred. 1975.** *Investigación del comportamiento: técnicas y metodología. .* Mexico : Nueva Editorial Interamericana, 1975.
- Korswagen Eguren, Paul Alexander, Arias Ricse, Julio César y Huaranga Huamaní, Pamela Grace. 2016.** *Análisis y diseños de estructuras con aisladores sismicos en el Perú.* Lima : s.n., 2016.
- Lema Toapanta , Edith Pamela. 2016.** *Análisis y diseño de un edificio con aisladores sismicos modelamiento en el etabs.* Quito : s.n., 2016.
- Leon Joya, Laura Tatiana. 2016.** *Disipadores y aisladores sismicos, modelo de puente vehicular con disipador y sin disipador de energía, comparación de la respuesta sísmica.* Bogota : s.n., 2016.
- Lopez. 2009.** *Fundamentos del Analisis Dinamico de Estructuras .* 2009.
- Macias Giraldo, Paulo Emilio y Suarez Reyes, Victor Ignacio. 2015.** *Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos.* Universidad estatal peninsula de Santa Elena. La libertad - Ecuador : s.n., 2015.

- Mamani Quispe, Alfredo. 2017.** *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO, SISTEMAS DE AISLADORES CON RESPECTO AL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LAS EDIFICACIONES ESENCIALES, DEL HOSPITAL DEL CALLAO – LIMA – CALLAO 2017.* Lima : s.n., 2017.
- Mestanza Acevedo, Jorge Arturo. 2015.** *Análisis de una edificación mediante un sistema propuesto de aislamiento sísmico del tipo péndulo friccional.* Lima : s.n., 2015.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2018.** *Norma E.030 Diseño Sismorresistente.* Lima : s.n., 2018.
- Muñoz Pelaez, Alejandro. 2016.** *Curso de Ingeniería Antisísmica.* Lima : PUCP, 2016.
- Olivos, Jorge. 2017.** *AISLADORES SÍSMICOS EN EL PERÚ .* 2017.
- Paneque, Rosa Jiménez. 1998.** *Metodología de la investigación.* La Habana : s.n., 1998.
- Parra, Iván Toro y Rubén. 2006.** *Metodología de la investigación.* Medellín : s.n., 2006.
- Perez Zamora, Naxalia Amanda y Vasquez Ortega, Maria Jose. 2016.** *Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles de sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado.* Universidad Centroamericana. Managua : s.n., 2016.
- Rojas Jaramillo, Pablo Andres. 2014.** *Análisis modal del banco de ensayo de vibraciones del Laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica.* Santiago, Chile : s.n., 2014.
- Santos Vega, Rafael. 2015.** *Características de los aisladores sísmicos aplicadas a edificaciones.* 2015.
- Seismic. 2012.** *Los acelerogramas a través de la historia.* 2012.
- Trujillo Benito, Erick José. 2017.** *Diseño integral de estructuras con sistema de aislamiento sísmico aplicado a un edificio de concreto armado.* Universidad Nacional del Centro del Perú . Huancayo : s.n., 2017.
- Zutner Merliht, Meza Palacios. 2015.** *Análisis y diseño de un hospital con aisladores elastoméricos en el Perú.* Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2015.

VIII. ANEXOS.

- 1. Matriz de Operacionalización**
- 2. Matriz de consistencia**
- 3. Ensayos de laboratorio**
- 4. Panel fotográfico**

ANEXO 1:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 8: 1 Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Aisladores con núcleo de plomo	<p>(Santos Vega, 2015) Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente de caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión y se convierten en una unidad. El núcleo de plomo se coloca para producir numerosos ciclos histéricos estables ya que este fluye (a una tensión de 10 MPa) y recristaliza a temperatura ambiente; esto hace que tenga una buena resistencia a la fatiga.</p>	<p>Los aisladores con núcleo de plomo permiten un adecuado funcionamiento de la estructura ante eventos sísmicos de gran magnitud, distribuyendo los desplazamientos laterales y aumentando el periodo de la estructura</p>	Amortiguamiento	10% 15% 20%	Fichas técnicas
			Rigidez lateral	Desplazamiento lateral	Ensayos de laboratorio
			Rigidez vertical	Deflexiones verticales	Ensayos de laboratorio
Evaluación del comportamiento sísmico	<p>El análisis de la estructura se hará, por lo general, a través de una verificación de la medición de la capacidad portante y del nivel de servicio en base a la construcción y otros agentes externos a la estructura. Para lo cual puede considerarse un proceso de evaluación por etapas que tome en consideración las condiciones iniciales y proyectadas de la estructura, estableciendo en cada etapa como los factores que influyen a la edificación, como, por ejemplo: altura, uso, forma, zona, etc.</p>	<p>La evaluación estructural de la edificación se verificará de acuerdo al modelamiento en ETABS y obteniendo los parámetros básicos mínimos requeridos por la Norma E030 y e060 para una edificación hospitalarios</p>	Acelerograma	Escala de sismo	Registro sísmicos históricos
			Análisis modal	Variación del periodo fundamental	Software ETABS
			Derivas	Control de la distorsión de entepiso (Según E030)	Software ETABS

Figura N°: 22 Matriz de Operacionalización de variables

ANEXO 2:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO INCORPORANDO AISLADOR CON NÚCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019

AUTOR: OCHANTE BENDEZÚ, MARIO GELBER

<p>Problema General: ¿Qué relación tienen los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa, 2019?</p> <p>Problema Específicos: ¿Cómo influye el nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?</p> <p>¿Cómo influye la rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?</p> <p>¿Cómo influye la rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la relación que existe entre los aisladores con núcleo de plomo con la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar cómo influye el nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.</p> <p>Determinar cómo influye la rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.</p> <p>Determinar cómo influye la rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.</p>	<p>Hipótesis General: Los aisladores con núcleo de plomo influyen en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019.</p> <p>Hipótesis Específicos: El nivel de amortiguamiento de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019</p> <p>La rigidez lateral de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019</p> <p>La rigidez vertical de los aisladores con núcleo de plomo influye en la evaluación del comportamiento sísmico del Hospital Maritza Campos, Arequipa 2019</p>	<p>Variable Independiente: Aisladores con núcleo de plomo</p>		<p>Tipo de investigación Tipo Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación La investigación se considera de Nivel Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación El diseño de investigación se considera Cuasi – experimental</p> <p>Enfoque de investigación Cuantitativo.</p> <p>Población Conformado por todos los hospitales, aproximadamente 15, en la Región Arequipa, 2019.</p> <p>Muestra Conformado por el hospital Maritza Campos ubicado en la Región Arequipa, 2019.</p>
			Dimensiones	Indicadores	
			Amortiguamiento	20% 25% 30%	
			Rigidez lateral	Desplazamiento lateral	
			Rigidez vertical	Deflexiones verticales	
			<p>Variable Dependiente: Evaluación del comportamiento sísmico</p>		
			Dimensiones	Indicadores	
			Acelerograma	Escala de sismo	
			Análisis modal	Variación del periodo fundamental	
			Derivas	Control de la distorsión de entepiso (Según E030)	

Figura N°: 23 Matriz de consistencia

ANEXO 3:

ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS AISLADORES CON NÚCLEO DE PLOMO

LABORATORIO DE SISMALAB



AISLADOR CON NÚCLEO DE PLOMO LISTO PARA PASAR EL ENSAYO



DESLIZADOR PARA LOS ENSAYOS



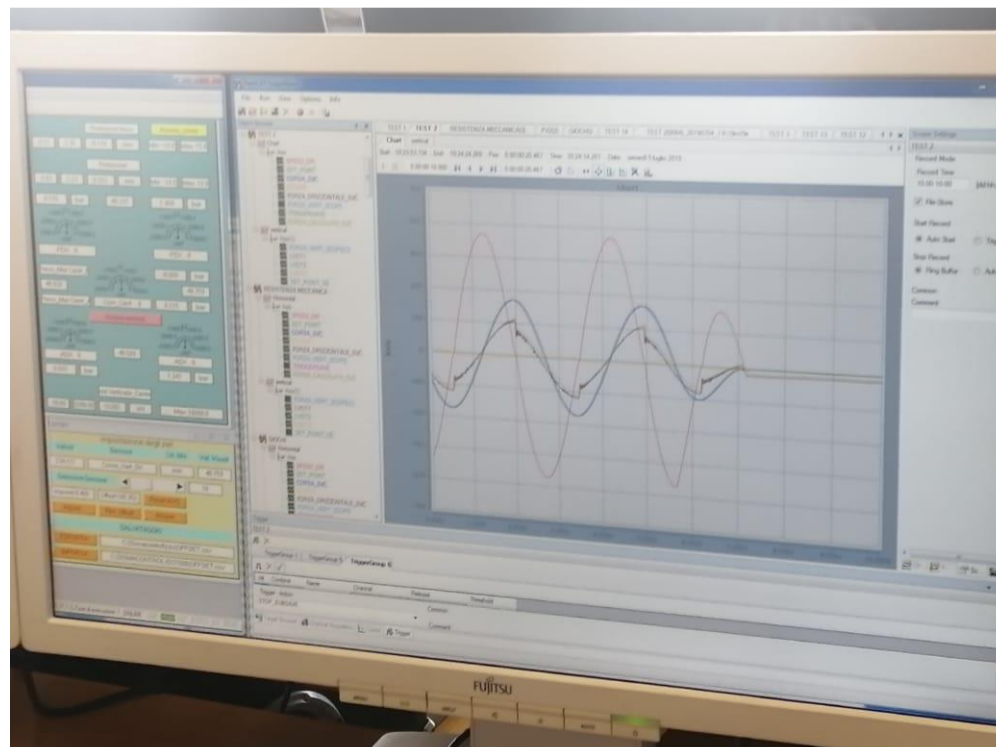
AISLADORES QUE NO PASARON LOS ENSAYOS DE ELASTICIDAD



EQUIPO ISOL 1000 PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE AISLADORES



SISTEMA TWINCAT PARA VISUALIZAR LA RESISTENCIA DEL AISLADOR



RESULTADOS DE ENSAYOS DE LOS AISLADORES CON NÚCLEO DE PLOMO



Document Code

HI-TEC-
2019.FPC_LRB

page 1 of 6

<u>Client:</u>	<u>Project Name:</u>	<u>Project Code:</u>	<u>Production Code:</u>	<u>Standard:</u>
CONSORCIO HOSPITALARIO SUR	MARITZA CAMPOS AREQUIPA	HE180235	HE180235	ASCE 7-10

FACTORY PRODUCT CONTROL TEST FOR ISOLATORS

(REF. TR_101_19_LAB_44_19/TR_102_19_LAB_44_19)

00	21_05_2019	IM	IM	P.S.	IM	First Issue
Rev.	Date	Written	Check	Review	Approved	Description



HIRUN INTERNATIONAL CO., LTD
No.7,Lane 275, Jianguo East Rd, Changhua City,
Taiwan

Tel. +886 47 262093 - Fax +886 47 225390

Effective stiffness Amortiguamento	$\geq 14\%$
---------------------------------------	-------------

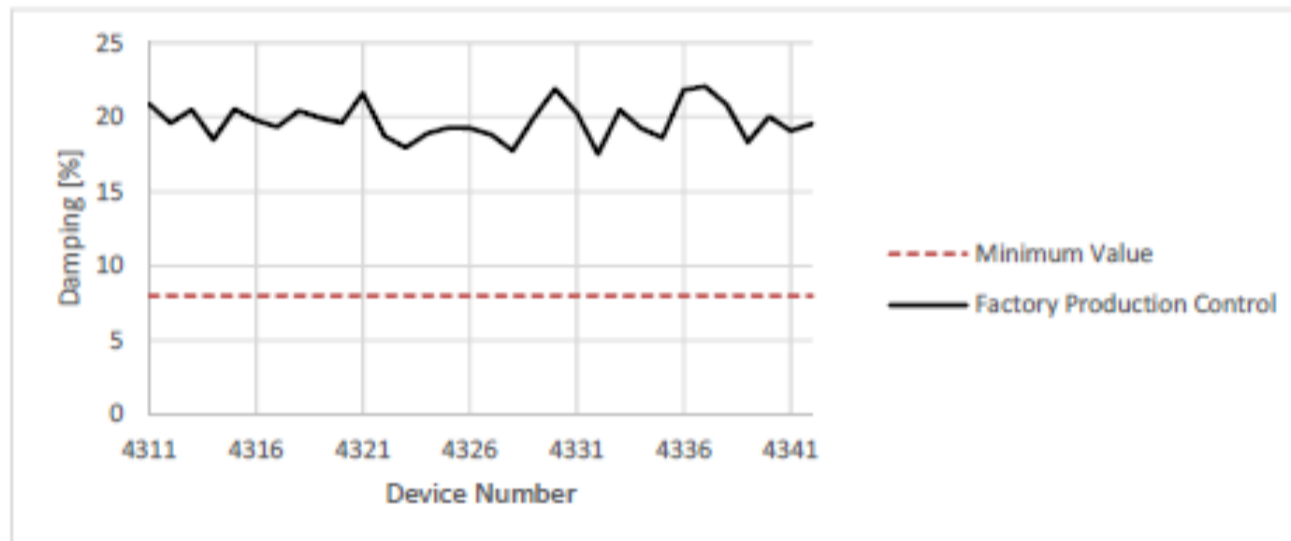
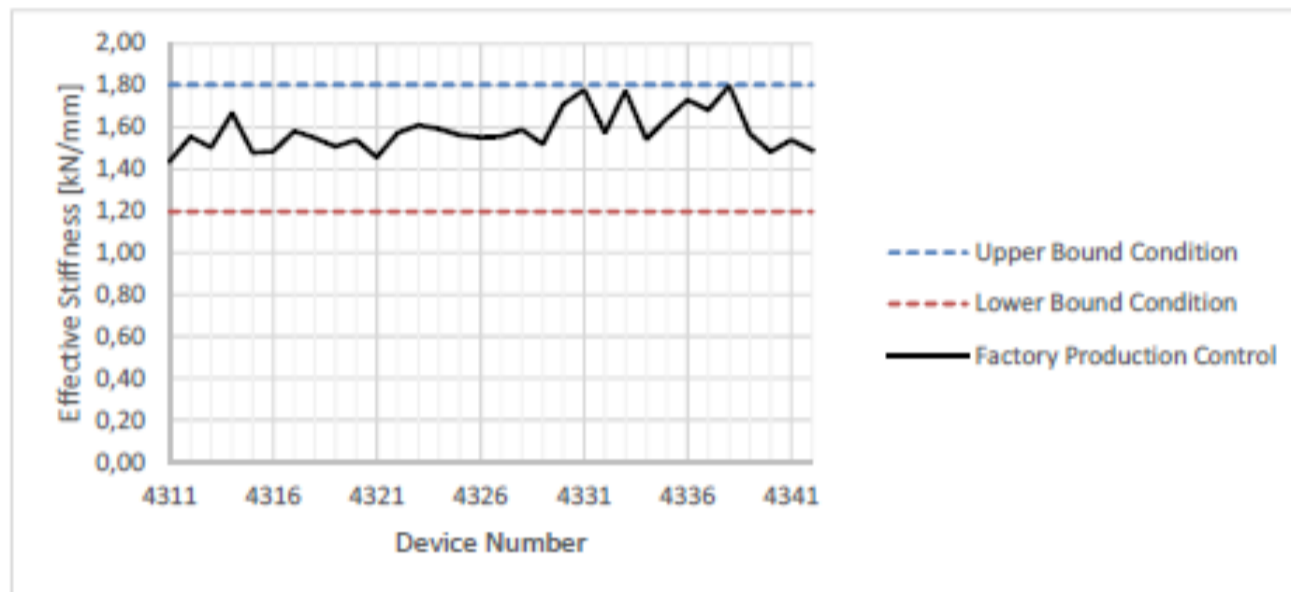
3.0 RESULTS

The test has been carried out by applying on the device a vertical load equal to $D+0.5L$ and keeping it constant during the test. After having fully applied the vertical load, three sinusoidal cycles characterized by amplitude equal to DD and frequency of 0.372 Hz have been performed. During the test, the horizontal load, the vertical load and the horizontal deflection have been recorded. The results of the test are reported in the followings technical reports: TR_101_19_LAB_44_19, TR_102_19_LAB_44_19.

3.1 HLR-S 5370-700 (Type B): "LOCAL ACCEPTABILITY"

Device N.	k_{effb}	ξ
[-]	[kN/mm]	[%]
4311	1,44	20,89
4312	1,56	19,59
4313	1,50	20,49
4314	1,67	18,48
4315	1,48	20,51
4316	1,49	19,77
4317	1,58	19,34
4318	1,55	20,41
4319	1,51	19,96
4320	1,54	19,61
4321	1,46	21,60
4322	1,57	18,72
4323	1,61	17,94
4324	1,59	18,89
4325	1,56	19,28
4326	1,55	19,27
4327	1,56	18,82
4328	1,59	17,75
4329	1,52	19,98
4330	1,71	21,89
4331	1,78	20,29
4332	1,57	17,51
4333	1,78	20,51

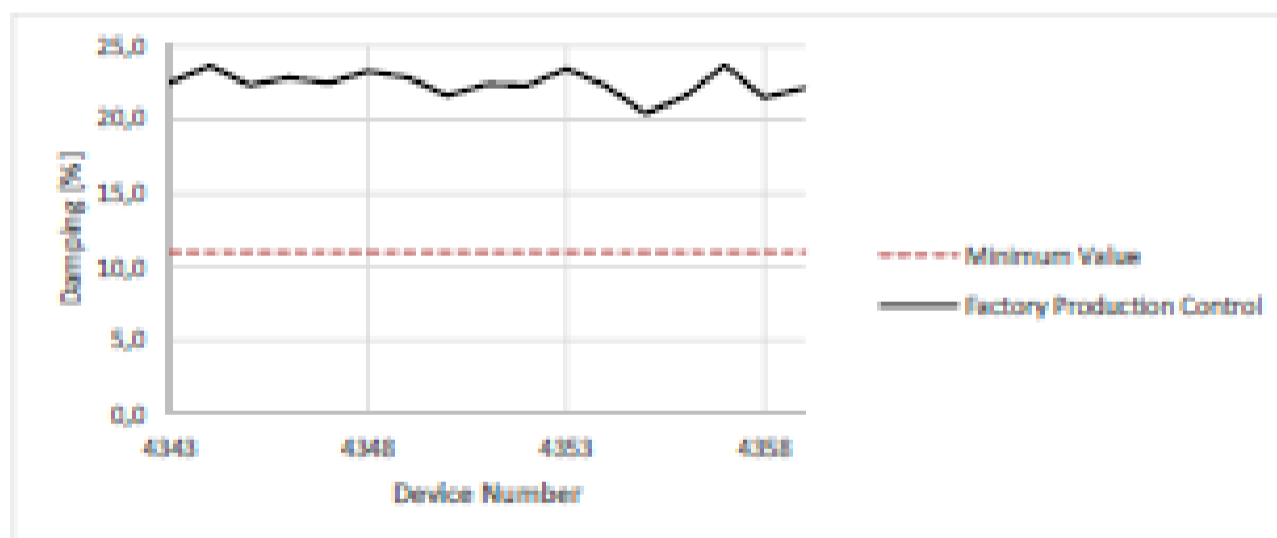
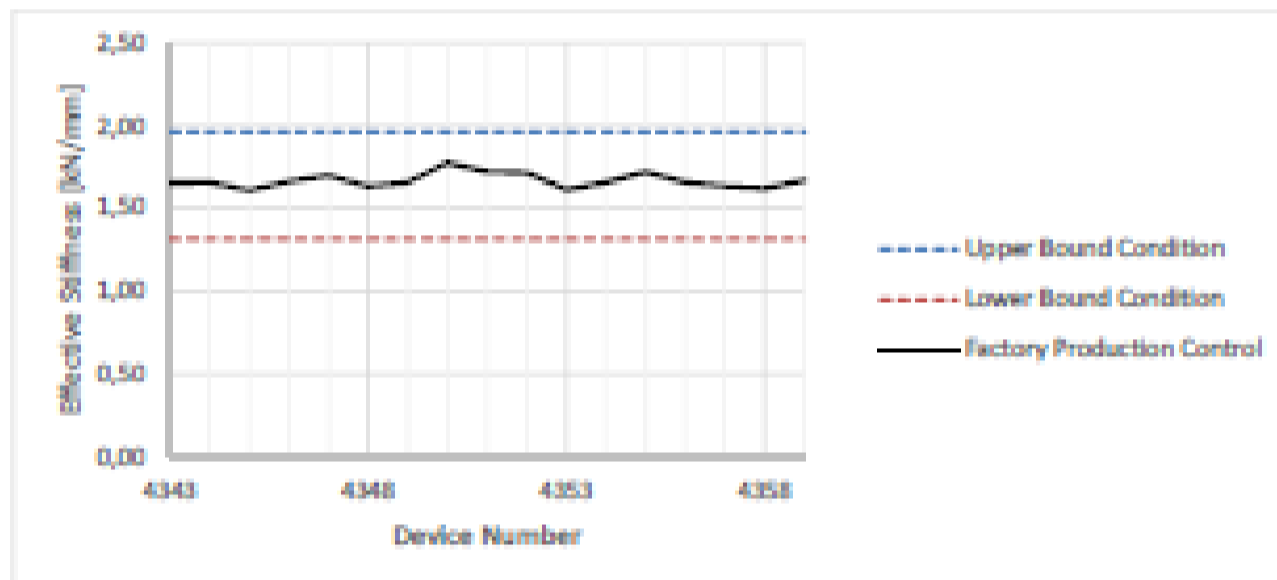
4334	1,54	19,28
4335	1,64	18,61
4336	1,73	21,82
4337	1,68	22,06
4338	1,80	20,85
4339	1,57	18,30
4340	1,48	20,03
4341	1,54	19,08
4342	1,49	19,53



3.2 HLR-S 6120/700 (Type C): “LOCAL ACCEPTABILITY”

Device N.	k_{effb}	ξ
[-]	[kN/mm]	[%]
4343	1,65	22,53

4344	1,66	23,70
4345	1,61	22,38
4346	1,66	22,89
4347	1,70	22,51
4348	1,63	23,34
4349	1,66	22,88
4350	1,78	21,65
4351	1,72	22,44
4352	1,72	22,32
4353	1,61	23,47
4354	1,66	22,32
4355	1,72	20,42
4356	1,66	21,59
4357	1,64	23,74
4358	1,62	21,50
4359	1,67	22,17



3.3 "GLOBAL ACCEPTABILITY"

The global parameters of the seismic system in term of effective stiffness and damping shall be respected the requested tolerance as described in the chapter 2.0.

$$k_{TOT} = \sum_{i=4311}^{4359} k_{eff,i} = 79.03 \text{ kN/mm}$$

$$68.27 \text{ kN/mm} \leq 79.03 \leq 83.44 \text{ kN/mm}$$

$$\xi = \frac{\sum_{i=4311}^{4359} k_{eff,i} \cdot \xi_i}{\sum_{i=4311}^{4359} k_{eff,i}} = 20.71\% \geq 14.00\%$$

4.0 CONCLUSIONS

The devices respect the three conditions requested.

- 1- the effective stiffnesses of the isolators:
type B are between the limit [1.197 kN/mm; 1.805 kN/mm]. In fact, the minimum value is of 1.44 kN/mm (device number: 4311) and the maximum value is 1.80 kN/mm (device number: 4338)
type C are between the limit [1.315 kN/mm; 1.962 kN/mm]. In fact, the minimum value is of 1.65 kN/mm (device number: 4343) and the maximum value is of 1.78 kN/mm (device number: 4350).
The minimum effective damping
for the type B isolators is 17.51% (device number: 4332) and
for the type C isolators is 20.4% (device number: 4355)
greater than the minimum requested values 8% and 11%.
- 2- the total effective stiffness of the isolation system is 79.03 kN/mm between the tolerance 75.85 kN/mm \pm 10%
- 3- the equivalent damping is 20.71% more then the minimum value of 14%.

<u>Client:</u>	<u>Project Name:</u>	<u>Project Code:</u>	<u>Production Code:</u>	<u>Standard:</u>
CONSORCIO HOSPITALARIO SUR	MARITZA CAMPOS DIAZ AREQUIPA	HE180235	HE180235	ASCE 7-10

**FACTORY PRODUCT CONTROL TEST FOR
SLIDING DEVICES**
(REF. TR_114_19_LAB_44_19)

00	21_05_2019	IM	IM	P.S.	IM	First Issue
Rev.	Date	Written	Check	Review	Approved	Description

1.0 INTRODUCTION

This report describes to the results of the Factory Product Control test (FPC) carried out on the Sliding devices SP 4310/700.

The test performed include all factory production control tests as described in the applicable specification and in the Hiron test procedure HI – PROC.19.006 rev. 1. The devices that underwent the production control tests list in the following. All the tests are carried out at ambient temperature. To avoid the friction coefficient of the machine the devices was been tested in couple.

Dispositivo a ensayar	Code	Device mark	Cantidad a ser producida	Cantidad a ser ensayada en Control de Calidad FPC TEST
Slider devices	SP1	SP 4310/700	30	30

2.0 ACCEPTABILITY

The acceptability is defined in accordance with the special project specification, in particular the performance of the tested specimens shall be deemed acceptable is the following conditions are satisfied:

for all the tested sliders the friction coefficient shall satisfy the following requirements:
 $\mu \leq 0.1$ for velocity $v = 25,4$ mm/s

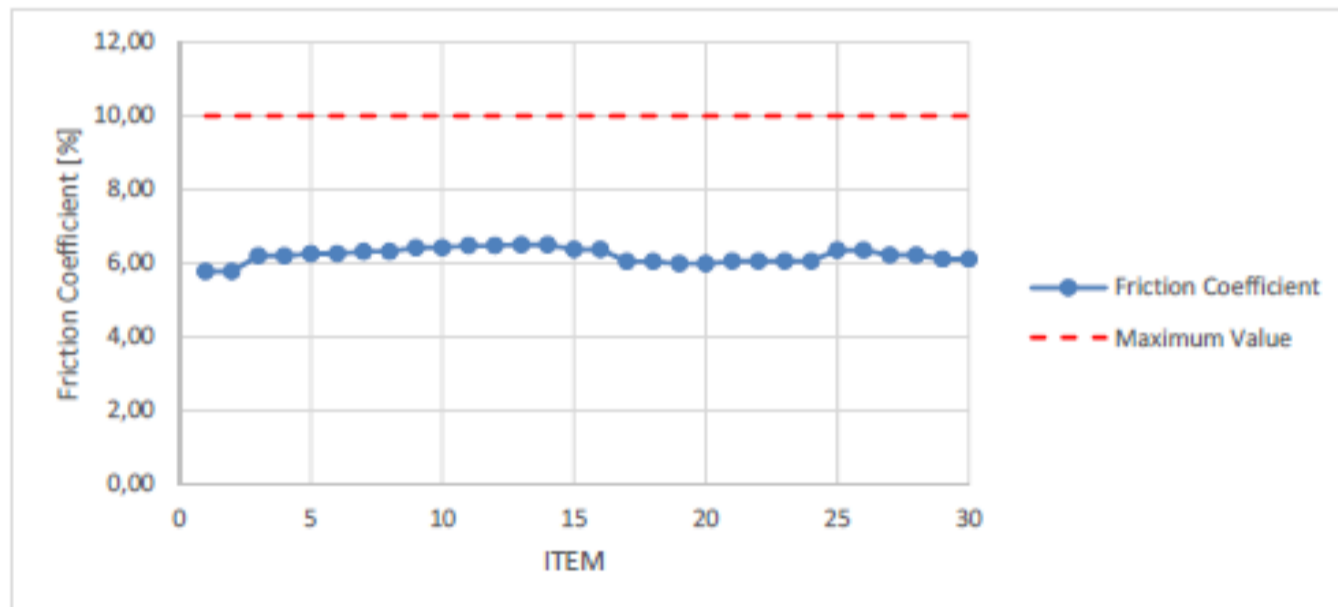
3.0 RESULTS

The test has been carried out by applying on the device a vertical load equal to ($p=1409$ t/m² – $N= 2007$ kN) and keeping it constant during the test. After having fully applied the vertical load, three sinusoidal cycles characterized by amplitude equal to 76.2 mm and velocity of 25.4 mm/s have been performed. During the test, the horizontal load, the vertical load and the horizontal deflection have been recorded. The results of the test are reported in the followings technical report: TR_114_19_LAB_44_19.

3.1 SLIDING DIVECES

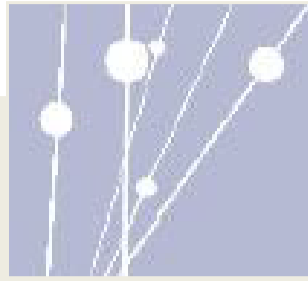
Device N.	μ 1°Cycle	μ 2°Cycle	μ 3°Cycle	μ medium
[-]	[%]	[%]	[%]	[%]
4267	5,48	5,93	5,93	5,78
4268	5,48	5,93	5,93	5,78
4386	6,33	6,18	6,09	6,20
4387	6,33	6,18	6,09	6,20
4388	6,37	6,25	6,17	6,26
4389	6,37	6,25	6,17	6,26

4390	6,44	6,29	6,21	6,31
4391	6,44	6,29	6,21	6,31
4392	6,50	6,42	6,35	6,42
4393	6,50	6,42	6,35	6,42
4394	6,56	6,48	6,41	6,48
4395	6,56	6,48	6,41	6,48
4396	6,59	6,49	6,43	6,50
4397	6,59	6,49	6,43	6,50
4398	6,43	6,37	6,33	6,38
4399	6,43	6,37	6,33	6,38
4400	6,13	6,04	5,97	6,05
4401	6,13	6,04	5,97	6,05
4402	6,10	5,95	5,91	5,99
4403	6,10	5,95	5,91	5,99
4404	6,15	6,03	5,98	6,05
4405	6,15	6,03	5,98	6,05
4406	6,15	6,03	5,98	6,05
4407	6,15	6,03	5,98	6,05
4408	6,47	6,34	6,26	6,36
4409	6,47	6,34	6,26	6,36
4410	6,34	6,20	6,11	6,22
4411	6,34	6,20	6,11	6,22
4412	6,21	6,09	6,04	6,11
4413	6,21	6,09	6,04	6,11
4267	5,48	5,93	5,93	5,78
4268	5,48	5,93	5,93	5,78



4.0 CONCLUSIONS

The devices respect the condition requested: the maximum friction coefficient is of 6,50% (devices number: 4396 and 4397) less than 10%.



SISMALAB

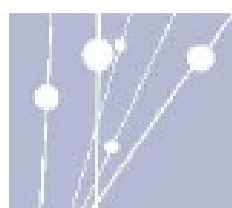
>>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

TEST REPORT

Factory Production Control Test - Ref. ASCE7-10

DEVICE	HLR-S 5370/700 Type B						
CLIENT	Hirun Europe Srl						
PROJECT	Maritza Campos Project						
CLIENT ORDER	-----						
TEST REPORT NUMBER	101/2019						
TEST REPORT CODE	TR_101_19_LAB_44_19						
SISMALAB ORDER	44_2019						
TEST PERFORMER	CARAMIA CIRO						
Rev	00	01	02	03	04	05	06
Data	14/05/2019						
<p>THIS TEST REPORT CONSISTS OF 18 PAGES</p> <p>THIS TEST REPORT CAN BE REPRODUCED ONLY INTEGRALLY AND SHALL BE SUBJECTED TO DUTY STAMP FOR USE ACCORDING TO ITALIAN LAW D.P.R. 642/72</p>							
ADDRESS	Via Taranto C.da Alezza n°6						
C.A.P.	74012 CRISPIANO (TA)						
TEL	099 8110037						
P. IVA E C.F.	02775290733						
INTERNET	www.sismalab.it						
MAIL	prove@sismalab.it						

Firmato digitalmente da CARAMIA CIRO
Data: 14/05/2019 17:25:15
C. da Alezza, 6
74012 CRISPIANO (TA)
C.F. 02775290733



SISMALAB

»Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
Sede Operativa
Telefono
Fax
Registro Imprese
P.IVA
Internet
e-mail

Sismalab S.r.l.

C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
+39 099 8110037
+39 099 8110037
C.C.I.A.A. TA N. 168907
02775290733
www.sismalab.it
prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

SECTION 1 TEST REFERENCES

GENERAL REFERENCES

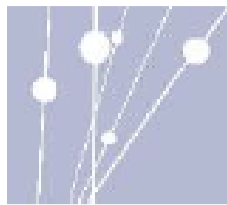
TYPE OF TEST	<i>F.P.C. TEST in accordance to the ASCE7-10</i>
LOCATION	<i>SISMALAB</i>
APPLICANT	<i>Hirun Europe Srl</i>
JOB REFERENCE CLIENT JOB	<i>Reference HE180235 Maritza Campos Project, Cerro Colorado District, Arequipa Region</i>
DEVICE TESTED	<i>HLR-S 5370-700 Type B</i>
TEST REPORT CODE	<i>TR_101_19_LAB_44_19</i>
TEST REPORT ISSUE DATE	<i>14/05/2019</i>

DEVICE CHARACTERISTICS - Ref. HI-PROC.19.005 Rev.1

RUBBER OUTER DIAMETER	R_{DEX}	<i>700</i>	Mm
LEAD DIAMETER	d	<i>90</i>	Mm

DESIGN PARAMETERS - Ref. HI-PROC.19.005 Rev.1

DISPLACEMENT- D_D	<i>170</i>	mm
DISPLACEMENT- D_{TD}	<i>210</i>	mm
DISPLACEMENT- D_M	<i>280</i>	mm
DISPLACEMENT- D_{TM}	<i>350</i>	mm
VERTICAL LOAD - $D+0.5L$	<i>2736</i>	kN
VERTICAL LOAD - $D+0.5L+EM$	<i>3718</i>	kN
VERTICAL LOAD - $0.9D-EM$	<i>1197</i>	kN
VERTICAL LOAD - $1.25D+1.25L+EM$	<i>5366</i>	kN



SISMALAB

>>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
Sede Operativa
Telefono
Fax
Registro Imprese
P.IVA
Internet
e-mail

Sismalab S.r.l.

C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
+39 099 8110037
+39 099 8110037
C.C.I.A.A. TA N. 168907
02775290733
www.sismalab.it
prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

SECTION 2 TESTED DEVICES

SISMALAB CODE	SERIAL NUMBER	DATE OF ARRIVAL	DATE OF THE TEST
4311	12	26/04/2019	04/05/2019
4312	13	26/04/2019	04/05/2019
4313	11	26/04/2019	04/05/2019
4314	19	26/04/2019	04/05/2019
4315	18	26/04/2019	04/05/2019
4316	01	26/04/2019	06/05/2019
4317	10	26/04/2019	06/05/2019
4318	20	26/04/2019	06/05/2019
4319	21	26/04/2019	06/05/2019
4320	17	26/04/2019	06/05/2019
4321	03	26/04/2019	06/05/2019
4322	30	26/04/2019	06/05/2019
4323	29	26/04/2019	06/05/2019
4324	28	26/04/2019	06/05/2019
4325	23	26/04/2019	06/05/2019
4326	24	26/04/2019	06/05/2019
4327	04	26/04/2019	06/05/2019
4328	22	26/04/2019	06/05/2019
4329	06	26/04/2019	06/05/2019
4330	05	26/04/2019	06/05/2019
4331	31	26/04/2019	06/05/2019
4332	32	26/04/2019	06/05/2019
4333	27	26/04/2019	06/05/2019
4334	26	26/04/2019	06/05/2019
4335	25	26/04/2019	07/05/2019
4336	14	26/04/2019	07/05/2019
4337	15	26/04/2019	07/05/2019
4338	16	26/04/2019	07/05/2019
4339	07	26/04/2019	07/05/2019
4340	09	26/04/2019	07/05/2019
4341	08	26/04/2019	07/05/2019
4342	02	26/04/2019	07/05/2019



SISMALAB

»Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
Sede Operativa
Telefono
Fax
Registro Imprese
P.IVA
Internet
e-mail

Sismalab S.r.l.

C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
+39 099 8110037
+39 099 8110037
C.C.I.A.A. TA N. 168907
02775290733
www.sismalab.it
prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

SECTION 4 DATA ANALYSIS AND SYMBOLS

EFFECTIVE STIFFNESS K_b

$$k_{eff_b} = (F^+ - F^-) / (d^+ - d^-)$$

F^+ : Maximum Load

F^- : Minimum Load

d^+ : Maximum displacement

d^- : Minimum displacement

EQUIVALENT VISCOUS DAMPING RATIO

$$\zeta = 2 H / [\pi k_{eff_b} (d^+ - d^-)^2]$$

H : Hysteresis loop area

k_{eff_b} : Effective stiffness

d^+ : Maximum displacement

d^- : Minimum displacement

STIFFNESS K_2

$$K_2^* = (K_2^+ + K_2^-) / 2 = 1/2 \{ [(F_1 - F_2) / (d_1 - d_2)] + [(F_3 - F_4) / (d_3 - d_4)] \}$$

$d_{1/4}$: 0.9 of the maximum/minimum displacement

$d_{2/3}$: 0.5 of the maximum/minimum displacement

$F_{1/4}$: Load corresponding to the 0.9 of Maximum/Minimum displacement

$F_{2/3}$: Load corresponding to the 0.5 of Maximum/Minimum displacement

SYMBOLS

d^+ Maximum Displacement

d^- Minimum Displacement

F^+ Maximum Force

F^- Minimum Force

k_{eff_b} Effective Stiffness

E Dissipated Energy

ζ Damping

k_2 Second branch Stiffness

Q_{d^+} $F = f(D^+ = 0)$

Q_{d^-} $F = f(D^- = 0)$

$Q_{d^{AV}}$ Average Value

V_L Vertical Load

v_{max} Maximum velocity



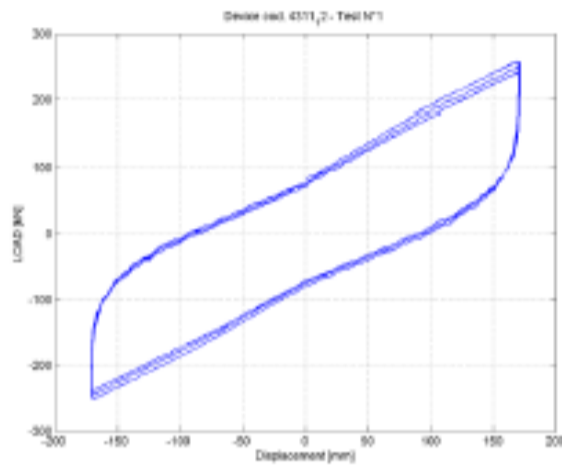
SISMALAB
 >>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sismalab S.r.l.
 Sede Legale C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 Sede Operativa C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 Telefono +39 099 8110037
 Fax +39 099 8110037
 Registro Imprese C.C.I.A.A. TA N. 168907
 P.IVA 02775290733
 Internet www.sismalab.it
 e-mail prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
 DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV GL
 = ISO 9001 =

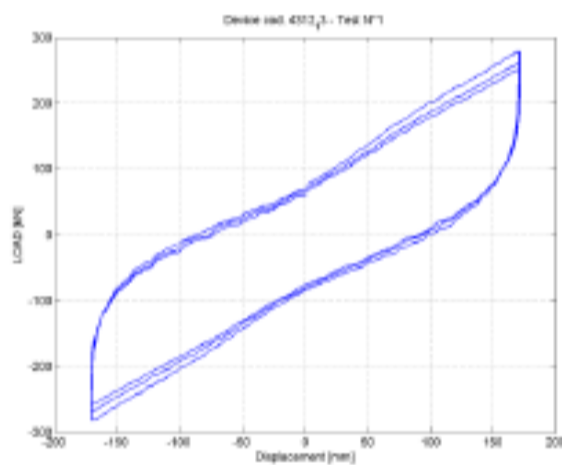
SECTION 5 DATA PROCESSING

Device number 4311 Code 12



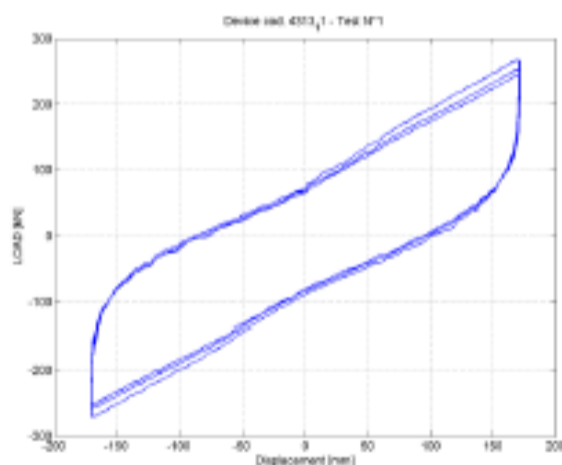
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171,1	171,1	171,0	-	mm
d^-	-171,0	-171,0	-171,0	-	mm
F^+	258,0	247,9	240,6	-	kN
F^-	-250,0	-243,4	-236,8	-	kN
$keff_b$	1,5	1,4	1,4	1,44	kN/mm
E	58429	55202	52229	-	J
ξ	21,4	20,9	20,4	20,9	%
k_2	1,0	0,9	0,9	-	kN/mm
Q_d^+	83,1	77,8	75,8	-	kN
Q_d^-	-78,3	-74,8	-70,8	-	kN
Q_d^{av}	80,7	76,3	73,3	-	kN
V_L	2732	2732	2732	-	kN
V_{max}	403,9	403,9	403,9	-	mm/s

Device number 4312 Code 13

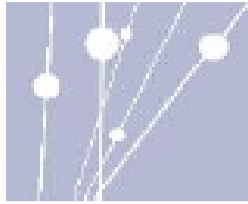


	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171,2	171,2	171,1	-	mm
d^-	-171,0	-171,0	-171,0	-	mm
F^+	278,8	260,3	251,4	-	kN
F^-	-281,9	-267,2	-257,1	-	kN
$keff_b$	1,6	1,5	1,5	1,56	kN/mm
E	60753,4	55418,5	52069,7	-	J
ξ	20,2	19,6	19,1	19,6	%
k_2	1,1	1,1	1,0	-	kN/mm
Q_d^+	77,4	70,9	66,9	-	kN
Q_d^-	-82,6	-78,7	-74,7	-	kN
Q_d^{av}	80,0	74,8	70,8	-	kN
V_L	2729,1	2729,1	2729,1	-	kN
V_{max}	403,2	403,2	403,2	-	mm/s

Device number 4313 Code 11



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171,2	171,2	171,1	-	mm
d^-	-171,0	-171,0	-171,0	-	mm
F^+	267,5	252,9	244,5	-	kN
F^-	-270,3	-257,1	-250,7	-	kN
$keff_b$	1,6	1,5	1,5	1,50	kN/mm
E	60548,5	55904,2	53611,4	-	J
ξ	20,9	20,4	20,2	20,5	%
k_2	1,0	1,0	1,0	-	kN/mm
Q_d^+	77,6	72,0	68,7	-	kN
Q_d^-	-85,7	-83,3	-79,9	-	kN
Q_d^{av}	81,7	77,7	74,3	-	kN
V_L	2742,2	2742,2	2742,2	-	kN
V_{max}	404,3	404,3	404,3	-	mm/s



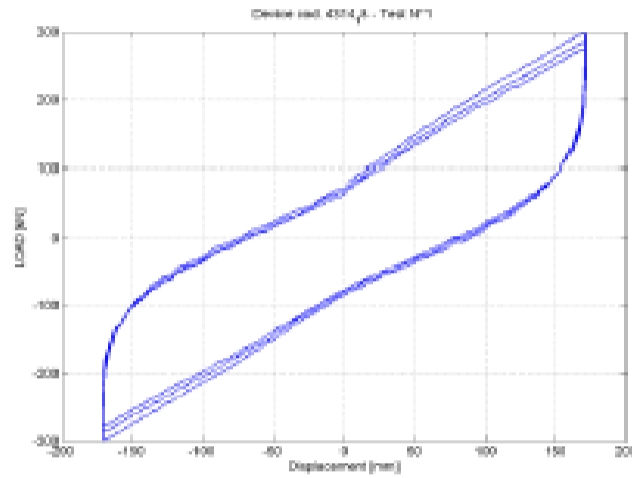
SISMALAB
 »Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
 Sede Operativa
 Telefono
 Fax
 Registro Imprese
 P.IVA
 Internet
 e-mail

Sismalab S.r.l.
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 +39 099 8110037
 +39 099 8110037
 C.C.I.A.A. TA N. 168907
 02775290733
 www.sismalab.it
 prove@sismalab.it

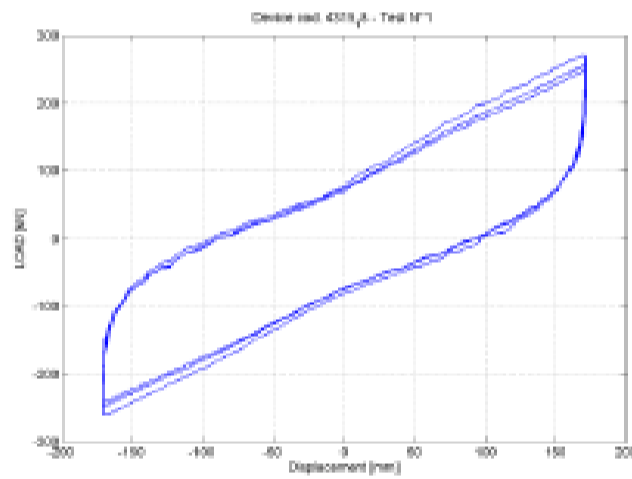
AZIENDA CON SISTEMA
 DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV GL
 = ISO 9001 =

Device number 4314 Code 19



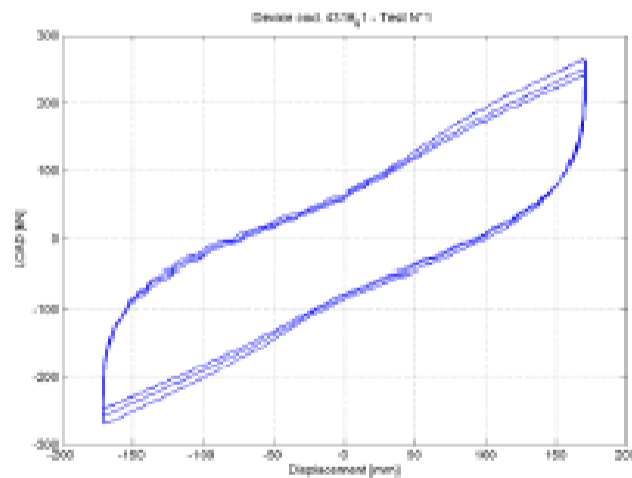
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171.1	171.1	171.1	-	mm
d^-	-171.1	-171.0	-171.0	-	mm
F^+	299.2	284.6	275.4	-	kN
F^-	-297.7	-284.3	-276.2	-	kN
$keff_b$	1.7	1.7	1.6	1.67	kN/mm
E	60838.5	56503.7	53333.2	-	J
ξ	19.0	18.5	18.0	18.5	%
k_2	1.2	1.2	1.1	-	kN/mm
Q_d^+	80.7	74.4	70.1	-	kN
Q_d^-	-83.2	-78.1	-75.6	-	kN
Q_d^{av}	82.0	76.3	72.8	-	kN
V_L	2730.2	2730.2	2730.2	-	kN
V_{max}	404.0	404.0	404.0	-	mm/s

Device number 4315 Code 18



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171.2	171.1	171.1	-	mm
d^-	-171.1	-171.0	-171.0	-	mm
F^+	271.4	255.5	247.7	-	kN
F^-	-259.9	-245.3	-240.4	-	kN
$keff_b$	1.6	1.5	1.4	1.48	kN/mm
E	60224.8	54699.5	52818.5	-	J
ξ	21.1	20.3	20.1	20.5	%
k_2	1.0	1.0	1.0	-	kN/mm
Q_d^+	82.7	76.9	73.1	-	kN
Q_d^-	-79.8	-73.1	-70.5	-	kN
Q_d^{av}	81.3	75.0	71.8	-	kN
V_L	2729.8	2729.8	2729.8	-	kN
V_{max}	403.9	403.9	403.9	-	mm/s

Device number 4316 Code 01



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d^+	171.1	171.1	171.1	-	mm
d^-	-171.0	-171.0	-171.0	-	mm
F^+	263.9	249.7	240.8	-	kN
F^-	-269.0	-256.1	-245.0	-	kN
$keff_b$	1.6	1.5	1.4	1.49	kN/mm
E	58075.7	53641.1	50387.1	-	J
ξ	20.3	19.7	19.3	19.8	%
k_2	1.0	1.0	0.9	-	kN/mm
Q_d^+	69.3	65.2	62.0	-	kN
Q_d^-	-83.8	-78.7	-76.2	-	kN
Q_d^{av}	76.5	71.9	69.1	-	kN
V_L	2736.1	2736.1	2736.1	-	kN
V_{max}	403.2	403.2	403.2	-	mm/s

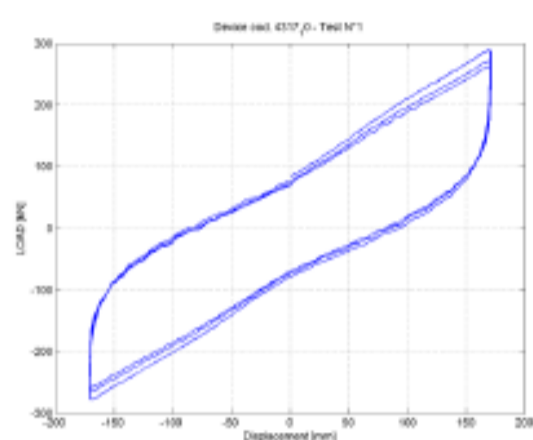


SISMALAB
 >>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sismalab S.r.l.
 Sede Legale C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 Sede Operativa C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 Telefono +39 099 8110037
 Fax +39 099 8110037
 Registro Imprese C.C.I.A.A. TA N. 168907
 P.IVA 02775290733
 Internet www.sismalab.it
 e-mail prove@sismalab.it

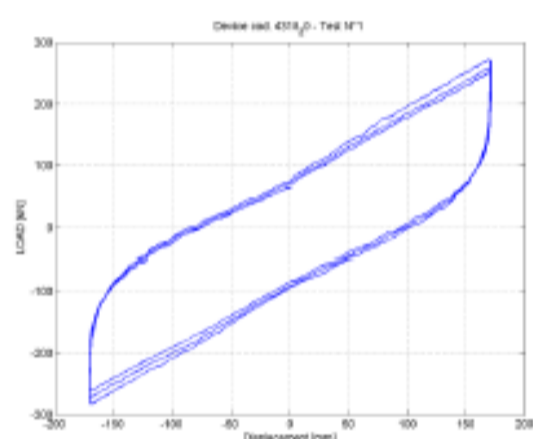
AZIENDA CON SISTEMA
 DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV GL
 = ISO 9001 =

Device number 4317 Code 10



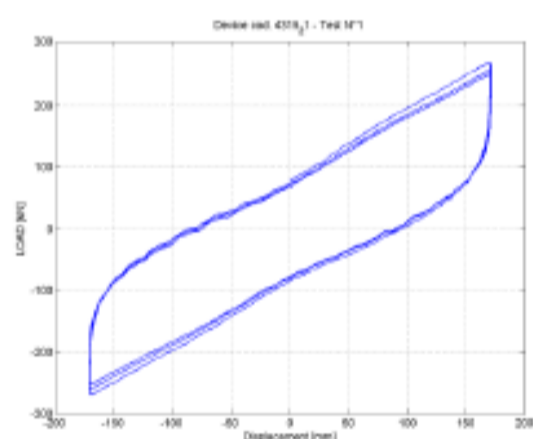
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d ⁺	171.1	171.1	171.1	-	mm
d ⁻	-171.0	-171.0	-171.0	-	mm
F ⁺	289.5	271.6	262.8	-	kN
F ⁻	-277.8	-265.0	-257.7	-	kN
k _{effb}	1.7	1.6	1.5	1.58	kN/mm
E	60562.5	55411.3	52931.1	-	J
ξ	19.9	19.2	18.9	19.3	%
k ₂	1.1	1.1	1.1	-	kN/mm
Q _d ⁺	83.1	77.1	72.6	-	kN
Q _d ⁻	-76.8	-72.4	-68.9	-	kN
Q _d ^{AV}	80.0	74.7	70.7	-	kN
V _L	2733.8	2733.8	2733.8	-	kN
V _{max}	403.9	403.9	403.9	-	mm/s

Device number 4318 Code 20



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d ⁺	171.1	171.1	171.1	-	mm
d ⁻	-171.0	-171.0	-171.0	-	mm
F ⁺	271.9	258.4	251.0	-	kN
F ⁻	-281.5	-269.6	-259.3	-	kN
k _{effb}	1.6	1.5	1.5	1.55	kN/mm
E	62203.9	58081.0	54428.7	-	J
ξ	20.9	20.5	19.9	20.4	%
k ₂	1.1	1.0	1.0	-	kN/mm
Q _d ⁺	80.7	76.0	71.6	-	kN
Q _d ⁻	-93.2	-90.4	-83.8	-	kN
Q _d ^{AV}	86.9	83.2	77.7	-	kN
V _L	2731.2	2731.2	2731.2	-	kN
V _{max}	403.3	403.3	403.3	-	mm/s

Device number 4319 Code 21



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Average	
d ⁺	171.1	171.1	171.1	-	mm
d ⁻	-171.0	-171.0	-171.0	-	mm
F ⁺	269.2	255.6	250.3	-	kN
F ⁻	-267.7	-258.0	-250.5	-	kN
k _{effb}	1.6	1.5	1.5	1.51	kN/mm
E	59017.5	54802.8	52615.5	-	J
ξ	20.5	19.9	19.6	20.0	%
k ₂	1.1	1.0	1.0	-	kN/mm
Q _d ⁺	78.4	75.6	73.4	-	kN
Q _d ⁻	-82.7	-78.8	-77.1	-	kN
Q _d ^{AV}	80.5	77.2	75.2	-	kN
V _L	2730.7	2730.7	2730.7	-	kN
V _{max}	403.8	403.8	403.8	-	mm/s



SISMALAB

>>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

TEST REPORT

Factory Production Control Test - Ref. ASCE7-10

DEVICE	SP 4310/700						
PROJECT	Hirun Europe Srl						
CLIENT	Maritza Campos Project						
CLIENT ORDER	-----						
TEST REPORT NUMBER	114/2019						
TEST REPORT CODE	TR_114_19_LAB_44_19						
SISMALAB ORDER	44_2019						
TEST PERFORMER	CARAMIA CIRO						
Rev	00	01	02	03	04	05	06
Data	27/05/2019						
<p>THIS TEST REPORT CONSISTS OF 11 PAGES</p> <p>THIS TEST REPORT CAN BE REPRODUCED ONLY INTEGRALLY AND SHALL BE SUBJECTED TO DUTY STAMP FOR USE ACCORDING TO ITALIAN LAW D.P.R. 642/72</p>							
ADDRESS	Via Taranto C.da Alezza n°6						
C.A.P.	74012 CRISPIANO (TA)						
TEL	099 8110037						
P. IVA E C.F.	02775290733						
INTERNET	www.sismalab.it						
MAIL	prove@sismalab.it						
<p>Firmato digitalmente da CARAMIA CIRO Data: 31/05/2019 12:17:35 C da Alezza, 6 74012 CRISPIANO (TA) C.F. IVA 02775290733</p>							



SISMALAB
»Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
Sede Operativa
Telefono
Fax
Registro Imprese
P.IVA
Internet
e-mail

Sismalab S.r.l.
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
+39 099 8110037
+39 099 8110037
C.C.I.A.A. TA N. 168907
02775290733
www.sismalab.it
prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

SECTION 1 TEST REFERENCES

GENERAL REFERENCES

TYPE OF TEST	<i>F.P.C. TEST in accordance to the ASCE7-10</i>
LOCATION	<i>SISMALAB</i>
APPLICANT	<i>Hirun Europe Srl</i>
JOB REFERENCE CLIENT JOB	<i>Reference HE180235 Maritza Campos Project, Cerro Colorado District, Arequipa Region</i>
DEVICE TESTED	<i>SP 4310/700</i>
DATE OF ARRIVAL	<i>11/04/2019; 13/04/2019</i>
DATE OF TEST	<i>17/04/2019 ; 15/05/2019 - 22/05/2019</i>
TEST REPORT CODE	<i>TR_114_19_LAB_44_19</i>
TEST REPORT ISSUE DATE	<i>27/05/2019</i>

DESIGN PARAMETERS - Ref. HI-PROC.19.006 Rev.1

DESIGN DISPLACEMENT OF DEVICE	DTM	± 76.2	mm
SEISMIC VERTICAL LOAD - ULS	N	2007	kN



SISMALAB
»Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
Sede Operativa
Telefono
Fax
Registro Imprese
P.IVA
Internet
e-mail

Sismalab S.r.l.
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
+39 099 8110037
+39 099 8110037
C.C.I.A.A. TA N. 168907
02775290733
www.sismalab.it
prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =

SECTION 3 DATA ANALYSIS

EQUIVALENT VISCOUS DAMPING RATIO

$$\bar{\zeta} = 2 H / [\pi [(F^+ - F^-) / (d^+ - d^-)] (d^+ - d^-)^2]$$

H : Hysteresis loop area

F⁺ : Maximum Load

F⁻ : Minimum Load

d⁺ : Maximum displacement

d⁻ : Minimum displacement

FRICTION COEFFICIENT

$$\mu = H / [2(d^+ + |d^-|)V_{load}]$$

H : Hysteresis loop area

d⁺ : Maximum displacement

d⁻ : Minimum displacement

V_{load} : Vertical load



SISMALAB
 >>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

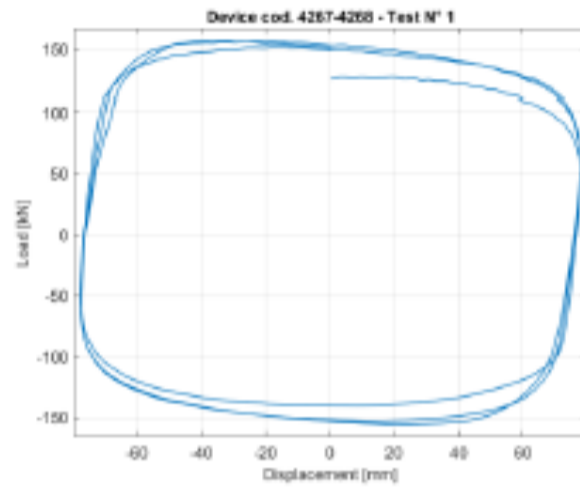
Sede Legale
 Sede Operativa
 Telefono
 Fax
 Registro Imprese
 P.IVA
 Internet
 e-mail

Sismalab S.r.l.
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 +39 099 8110037
 +39 099 8110037
 C.C.I.A.A. TA N. 168907
 02775290733
 www.sismalab.it
 prove@sismalab.it

AZIENDA CON SISTEMA
 DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV GL
 = ISO 9001 =

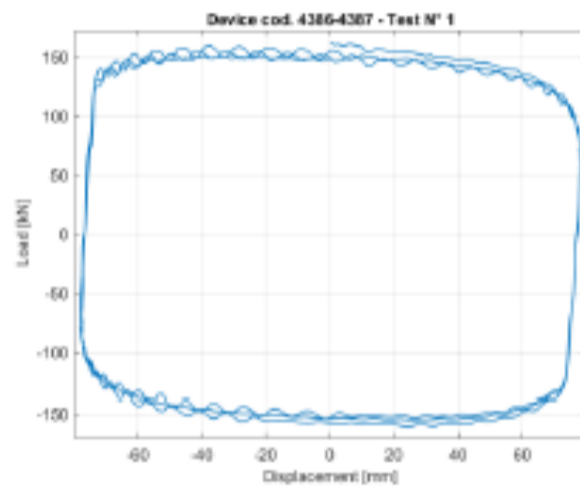
SECTION 4 DATA PROCESSING

DEVICE NUMBER 4267-4268



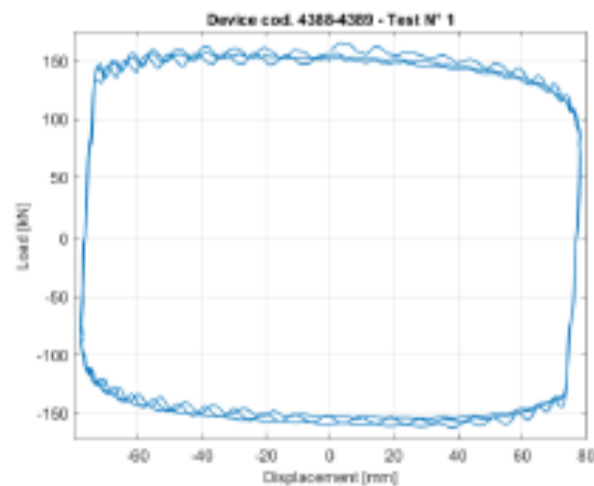
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d ⁺	77.8	77.8	77.8	mm	d ⁺
d ⁻	-77.6	-77.5	-77.5	mm	d ⁻
F ⁺	152	156.3	156.9	kN	F ⁺
F ⁻	-140.4	-152.9	-155.4	kN	F ⁻
E	39167.1	42402.2	42316.5	J	E
ξ	54.9	56.2	55.5	%	ξ
μ	5.48	5.93	5.93	%	μ

DEVICE NUMBER 4386-4387



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d ⁺	77.9	77.8	77.9	mm	d ⁺
d ⁻	-77.7	-77.6	-77.6	mm	d ⁻
F ⁺	162.7	155.7	151.8	kN	F ⁺
F ⁻	-160.5	-155.4	-154.2	kN	F ⁻
E	45384.7	44171.8	43533.8	J	E
ξ	57.5	58.2	58.2	%	ξ
μ	6.33	6.18	6.09	%	μ

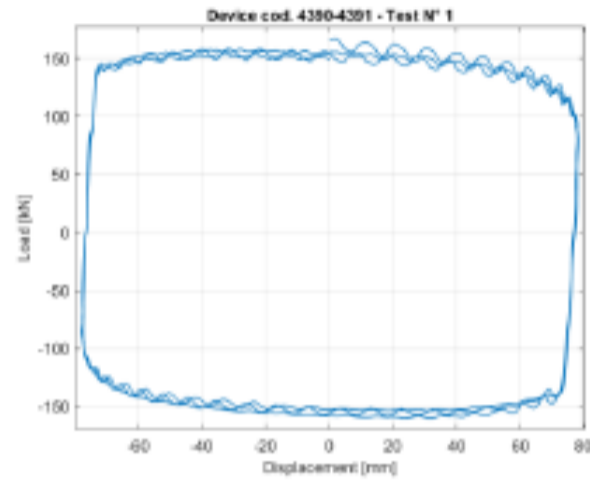
DEVICE NUMBER 4388-4389



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d ⁺	78.1	77.9	77.9	mm	d ⁺
d ⁻	-77.6	-77.7	-77.8	mm	d ⁻
F ⁺	165.5	157	156.7	kN	F ⁺
F ⁻	-162.1	-159.5	-154.5	kN	F ⁻
E	46206.9	45052	44385.4	J	E
ξ	57.7	58.2	58.3	%	ξ
μ	6.37	6.25	6.17	%	μ

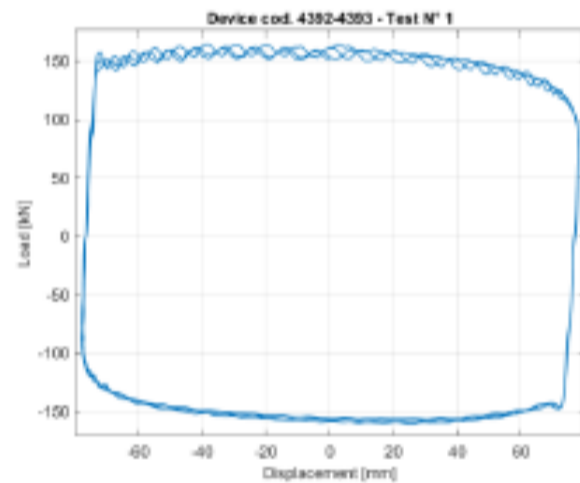


DEVICE NUMBER 4390-4391



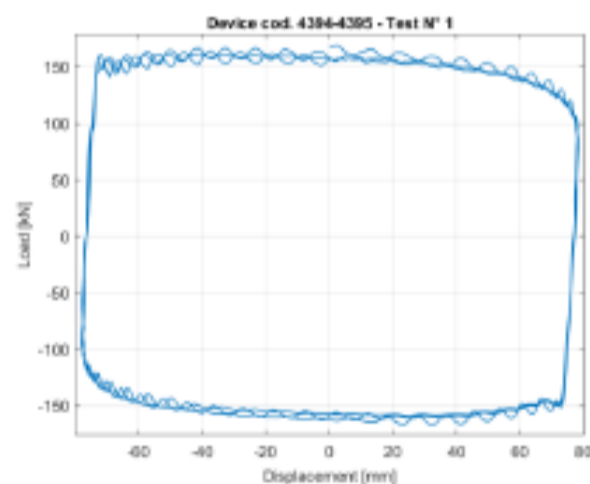
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	78.1	77.9	78.1	mm	d+
d-	-77.4	-77.5	-77.7	mm	d-
F+	167.2	158.3	155.3	kN	F+
F-	-160.1	-158.6	-154	kN	F-
E	46018.7	44913.5	44392.7	J	E
ξ	57.6	58.1	58.7	%	ξ
μ	6.44	6.29	6.21	%	μ

DEVICE NUMBER 4392-4393



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	77.9	77.9	77.8	mm	d+
d-	-77.6	-77.4	-77.7	mm	d-
F+	164.1	161.9	160.7	kN	F+
F-	-160.6	-158.9	-157	kN	F-
E	46399.4	45814.5	45417.3	J	E
ξ	58.5	58.5	58.5	%	ξ
μ	6.5	6.42	6.35	%	μ

DEVICE NUMBER 4394-4395



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	78.2	77.9	78	mm	d+
d-	-77.5	-77.7	-77.8	mm	d-
F+	169.6	162.1	164.6	kN	F+
F-	-166.6	-162.3	-158.9	kN	F-
E	47393.6	46548.3	46075.5	J	E
ξ	57.6	58.7	58.2	%	ξ
μ	6.56	6.48	6.41	%	μ



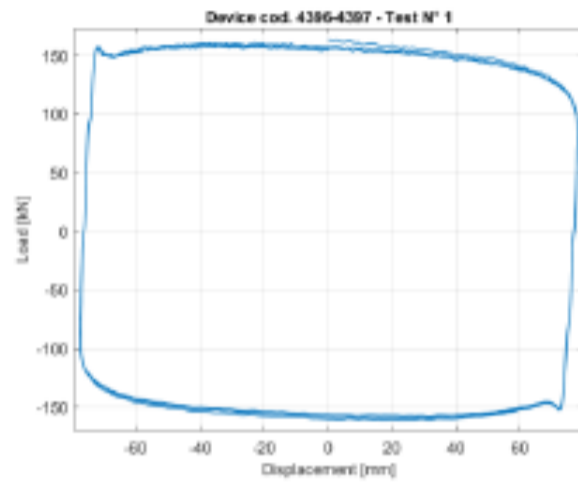
SISMALAB
 >>Soluzioni Ingegneristiche Sperimentali Antisismiche

Sede Legale
 Sede Operativa
 Telefono
 Fax
 Registro Imprese
 P.IVA
 Internet
 e-mail

Sismalab S.r.l.
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 C.da Alezza, 6 - 74012 Crispiano (TA)
 +39 099 8110037
 +39 099 8110037
 C.C.I.A.A. TA N. 168907
 02775290733
 www.sismalab.it
 prove@sismalab.it

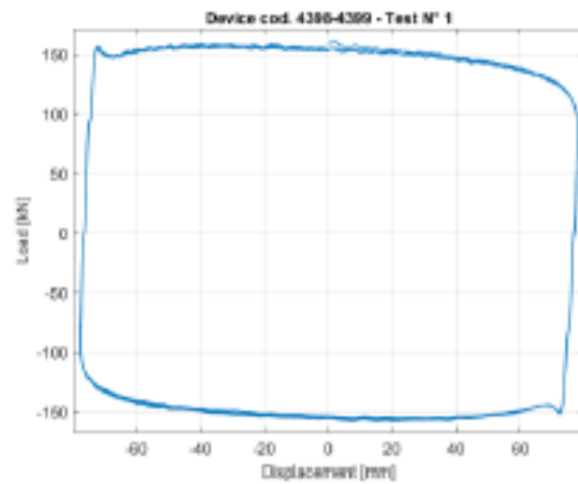
AZIENDA CON SISTEMA
 DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV GL
 = ISO 9001 =

DEVICE NUMBER 4396-4397



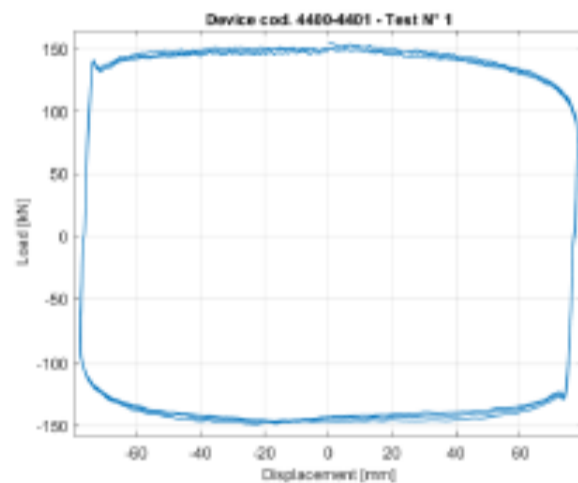
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	77.9	77.8	77.8	mm	d+
d-	-77.3	-77.3	-77.4	mm	d-
F+	163.7	159.6	158.7	kN	F+
F-	-160.8	-159	-157.9	kN	F-
E	46753.7	46138.7	45770.2	J	E
ξ	59.1	59.4	59.3	%	ξ
μ	6.59	6.49	6.43	%	μ

DEVICE NUMBER 4398-4399



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	77.9	77.8	77.8	mm	d+
d-	-77.5	-77.5	-77.5	mm	d-
F+	161.2	157.7	156.8	kN	F+
F-	-157.1	-156.4	-155.2	kN	F-
E	45820.8	45475.5	45196.4	J	E
ξ	59	59.3	59.4	%	ξ
μ	6.43	6.37	6.33	%	μ

DEVICE NUMBER 4400-4401



	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3		
d+	77.8	77.8	77.8	mm	d+
d-	-77.5	-77.5	-77.5	mm	d-
F+	155.4	151.3	151.1	kN	F+
F-	-148.6	-148.2	-146.3	kN	F-
E	43754.2	43108.6	42607.2	J	E
ξ	59	59	58.7	%	ξ
μ	6.13	6.04	5.97	%	μ

ANEXO 4:
PANEL FOTOGRÁFICO





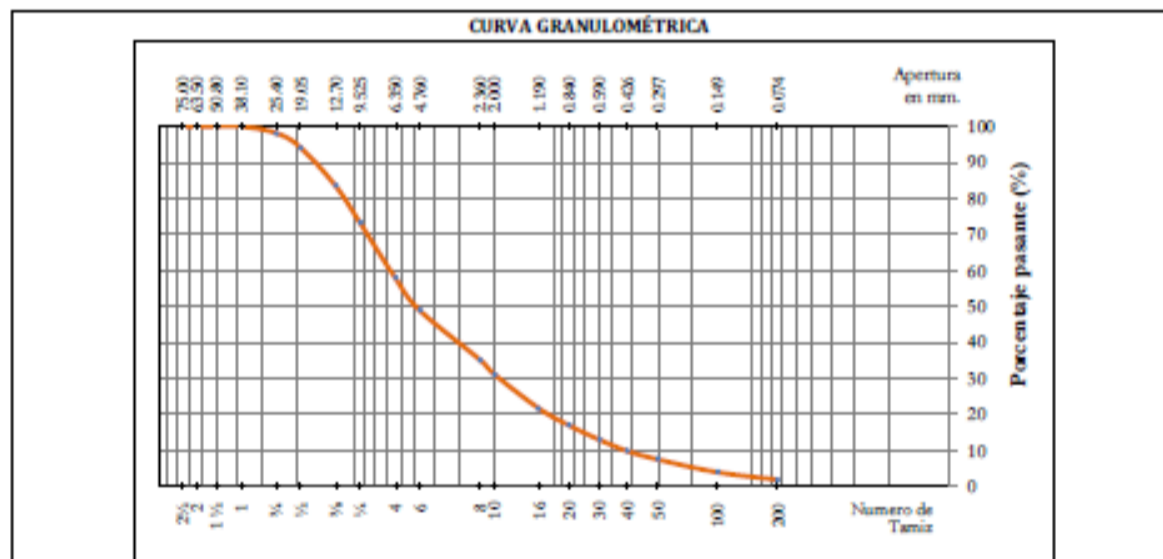
RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

TLAB-MS-CI-202/03-2019/GRA01		NORMA ASTM D422
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M1	
Fecha	11/03/2019	

GRANULOMETRÍA					
Tamices serie Americana	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.0	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00
1.5"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	72.0	1.80	1.80	98.20
3/4"	19.05	161.0	4.03	5.84	94.16
1/2"	12.70	422.0	10.57	16.40	83.60
3/8"	9.53	413.0	10.34	26.75	73.25
1/4"	6.35	605.0	15.15	41.90	58.10
Nº 4	4.76	365.0	9.14	51.04	48.96
Nº 8	2.36	90.0	2.27	53.31	46.69
Nº 10	2.00	26.3	0.67	53.98	46.02
Nº 16	1.19	62.0	1.56	55.54	44.46
Nº 20	0.84	30.7	0.78	56.32	43.68
Nº 30	0.59	26.0	0.66	56.98	43.02
Nº 40	0.43	20.8	0.53	57.51	42.49
Nº 50	0.30	15.5	0.39	57.90	42.10
Nº 80	0.18	17.9	0.45	58.35	41.65
Nº 100	0.15	5.2	0.13	58.48	41.52
Nº 200	0.07	13.5	0.34	58.82	41.18
Bandeja		12.6	0.32	59.14	40.86

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Tamaño máximo	(Pulg)	1"
Peso de la muestra	(gr)	3993.1
Pracción de finos	(gr)	320.50
Perdida por lavado	(gr)	12.60
Límite Líquido	(%)	23.40
Límite Plástico	(%)	NP
Índice de Plast	(-)	NP
D60		6.75
D50		4.94
D30		1.90
D10		0.43
Cu		15.62
Cc		1.24

RESULTADOS		
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M1
GRAVAS	(%)	51.04
ARENAS	(%)	47.04
FINOS	(%)	1.92
CLASIFICACIÓN SUCS		GW
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-a





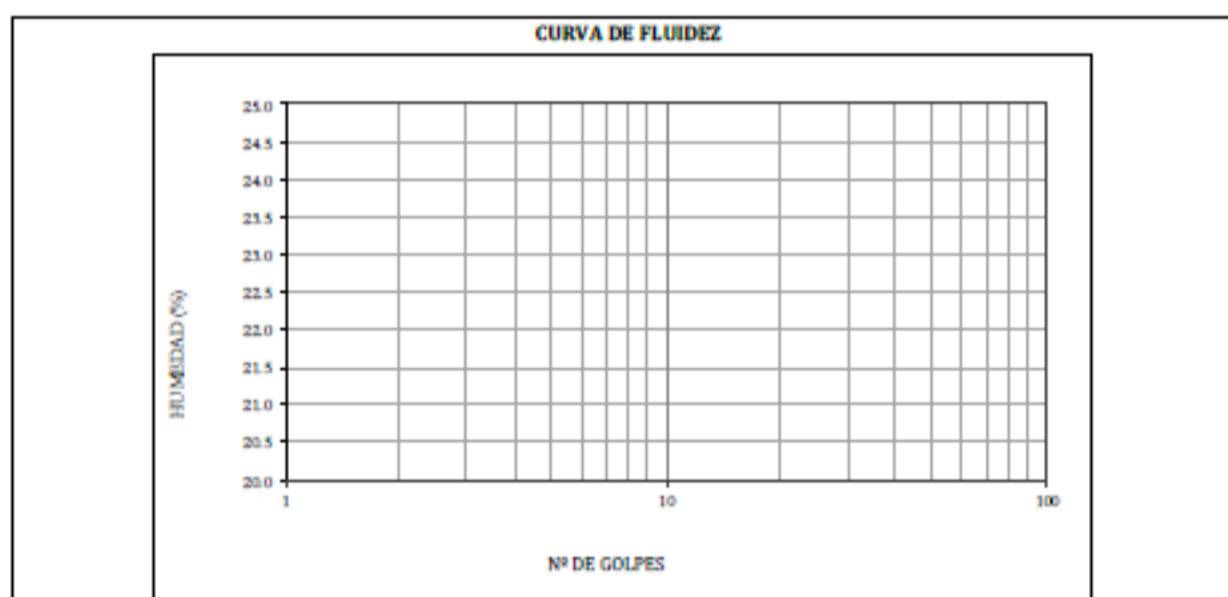
TLAB-MS-CI-202/03-2019/HUM01		NORMA ASTM D2216
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M1	
Fecha	11/03/2019	

HUMEDAD					
MUESTRA		C1-M1			
CAPSULA	UNIDADES	A6	A30	A27	
Peso del Suelo húmedo + depósito	(gr.)	101.32	100.74	101.83	
Peso del Suelo seco + depósito	(gr.)	92.95	92.49	93.54	
Peso del Agua	(gr.)	8.37	8.25	8.29	
Peso del Depósito	(gr.)	21.07	22.06	22.46	
Peso del Suelo Seco	(gr.)	71.88	70.43	71.08	PROMEDIO
Humedad	(%)	11.64	11.71	11.66	11.67

RESULTADO			
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M1	
HUMEDAD	(%)	11.67	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/LIM01		NORMA ASTM D 4318
LÍMITES DE ATTERBERG		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M1	
Fecha	11/03/2019	

PESOS	Nº DE CAPSULA		PESOS	Nº DE CAPSULA	
	C22	C9			
Peso Cápsula	33.46	40.25	Peso Cápsula		
P. Cap+S. Humedo	50.04	56.96	P. Cap+S. Humedo		
P. Cap+S. Seco	46.55	53.64	P. Cap+S. Seco		
Agua	3.49	3.32	Agua		
Suelo Seco	13.09	13.39	Suelo Seco		
% de Humedad	26.66	24.79	% de Humedad		
No. De Golpes	9	15			
Límite Líquido	NP		Límite Plástico	NP	



RESULTADOS		
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M1
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(-)	NP

TLAB-MS-CI-202/03-2019/SAL01		NORMA MTC E219 - 2000	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS			
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019		
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER		
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA		
Muestra	C1-M1		
Fecha	11/03/2019		

SUELO FINO				
MUESTRA	UNIDADES	A		B
		L18	L5	
Peso del Recipiente (Baker 100ml)	(gr)	161.231	160.576	
Peso del Recipiente + Agua + Sal	(cm ³)	261.353	261.854	
Peso del Recipiente Seco + Sal	(gr)	161.351	160.696	
Peso de la Sal	(gr)	0.120	0.120	
Peso del Agua	(gr)	100.002	101.158	
Volumen del agua + Sal Filtrada	(gr)	100.000	100.000	PROMEDIO
Porcentaje de Sales	(%)	0.600	0.593	0.60
Sales Totales	PPM	6000	5931	5966

RESULTADOS			
SALES SOLUBLES	(Cal-Est)	C1-M1	
	(%)	0.60	
	PPM	5966	

100 gr. de muestra + 500 cm³ de agua destilada.

TLAB-MS-CI-202/03-2019/GRA02

NORMA ASTM D422

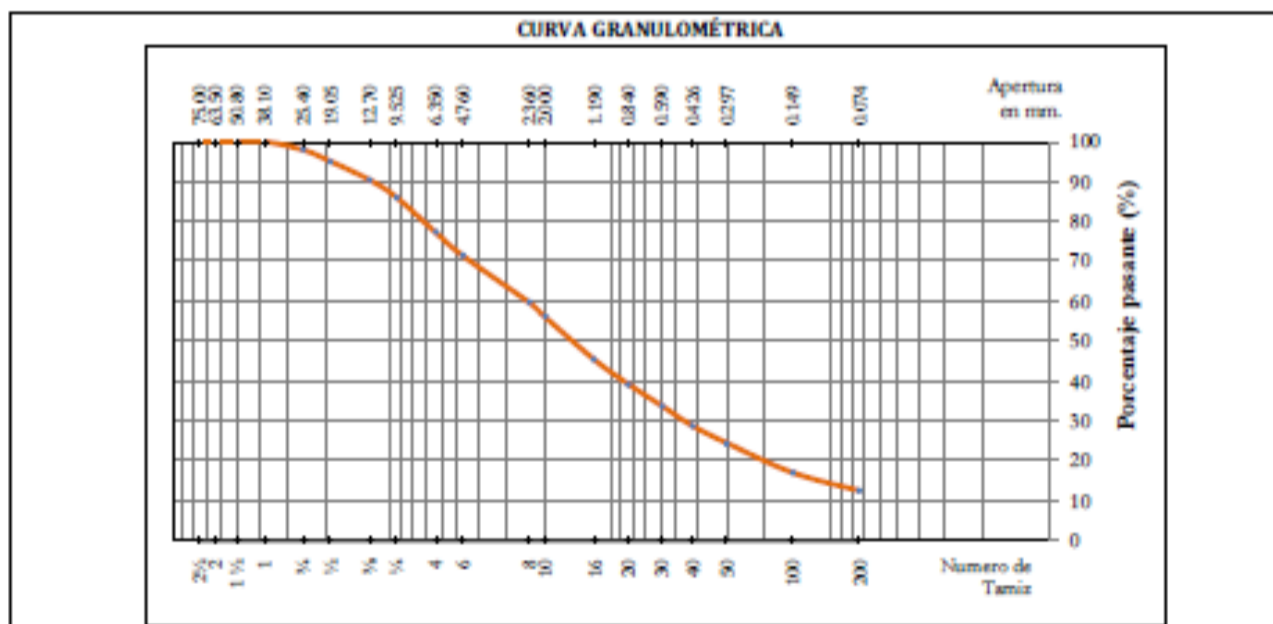
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA
Muestra	C1-M2
Fecha	11/03/2019

GRANULOMETRÍA					
Tamices serie Americana	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.0	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00
1.5"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	102.0	2.05	2.05	97.95
3/4"	19.05	143.0	2.87	4.92	95.08
1/2"	12.70	229.0	4.60	9.52	90.48
3/8"	9.53	218.0	4.38	13.90	86.10
1/4"	6.35	433.0	8.70	22.59	77.41
Nº 4	4.76	296.0	5.94	28.54	71.46
Nº8	2.36	59.5	11.81	40.35	59.65
Nº10	2.00	18.2	3.61	43.97	56.03
Nº16	1.19	54.1	10.74	54.71	45.29
Nº20	0.84	30.2	6.00	60.71	39.29
Nº30	0.59	27.6	5.48	66.19	33.81
Nº40	0.43	25.6	5.08	71.27	28.73
Nº50	0.30	21.7	4.31	75.58	24.42
Nº80	0.18	27.5	5.46	81.04	18.96
Nº100	0.15	9.9	1.97	83.00	17.00
Nº200	0.07	22.8	4.53	87.53	12.47
Bandeja		62.8	12.47	100.00	0.00

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Tamaño máximo	(Pulg)	1"
Peso de la muestra	(gr)	4979.2
Fración de finos	(gr)	359.90
Perdida por lavado	(gr)	62.80
Límite Líquido	(%)	21.13
Límite Plástico	(%)	18.56
Índice de Plast	(-)	2.57
D60		2.45
D50		1.55
D30		0.47
D10		
Cu		
Cc		

RESULTADOS		
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M2
GRAVAS	(%)	28.54
ARENAS	(%)	58.99
FINOS	(%)	12.47
CLASIFICACIÓN SUCS		SM
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-b



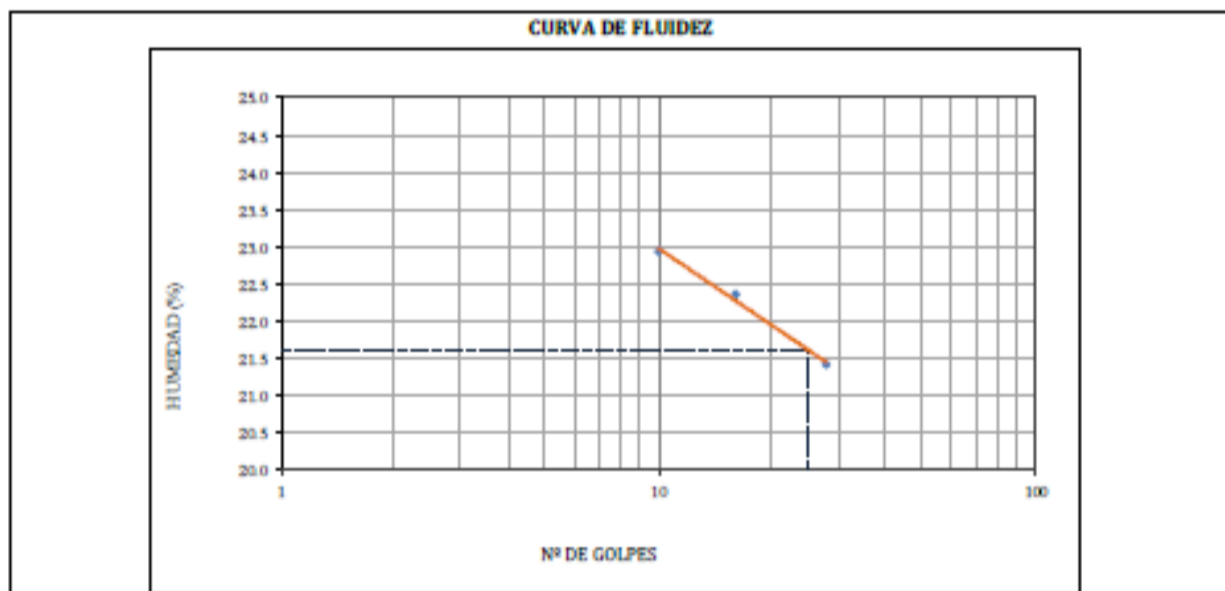
TLAB-MS-CI-202/03-2019/HUM02		NORMA ASTM D2216
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M2	
Fecha	11/03/2019	

HUMEDAD					
MUESTRA		C1-M2			
CAPSULA	UNIDADES	A22	A30	A1	
Peso del Suelo húmedo + depósito	(gr.)	103.00	99.47	101.91	
Peso del Suelo seco + depósito	(gr.)	99.05	95.76	97.71	
Peso del Agua	(gr.)	3.95	3.71	4.20	
Peso del Depósito	(gr.)	22.18	22.01	19.88	
Peso del Suelo Seco	(gr.)	76.87	73.75	77.83	PROMEDIO
Humedad	(%)	5.14	5.03	5.40	5.19

RESULTADO			
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M2	
HUMEDAD	(%)	5.19	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/LJM02		NORMA ASTM D 4318
LÍMITES DE ATTERBERG		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M2	
Fecha	11/03/2019	

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
PESOS	Nº DE CÁPSULA			PESOS	Nº DE CÁPSULA	
	C2	C31	C14		B29	
Peso Cápsula	30.29	32.34	37.38	Peso Cápsula	25.30	24.93
P. Cap+S. Humedo	53.60	55.05	59.21	P. Cap+S. Humedo	27.64	27.63
P. Cap+S. Seco	49.25	50.90	55.36	P. Cap+S. Seco	27.28	27.20
Agua	4.35	4.15	3.85	Agua	0.36	0.43
Suelo Seco	18.96	18.56	17.98	Suelo Seco	1.98	2.27
% de Humedad	22.94	22.36	21.41	% de Humedad	18.18	18.94
No. De Golpes	10	16	28			
Límite Líquido	21.60			Límite Plástico	18.56	



RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M2	
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	21.60	
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	18.56	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(-)	2.57	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/GES02		NORMA ASTM D854
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M2	
Fecha	11/03/2019	

GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO GRUESO			
MUESTRA	UNIDADES	A	
A Peso Mat. Sat. Sup. Seca en Aire (gr)	(gr)	703.1	
B Peso Mat. Sat. Sup. Seca en Agua (gr.)	(gr)	392.6	
C Vol. Masa + Vol de Vacios = A-B	(gr)	310.5	
D Peso Mat. Seco en Estufa (gr)	(gr)	676.0	
E Vol de Masa C - (A-D)	(gr)	283.4	
F Temperatura del agua (°C)	(°C)	19.10	
G Factor de corrección	(k)	0.998	
P.e. Aparente (Base Seca) = D/C	(gr/cm ³)	2.174	PROMEDIO
P.e. Aparente (Base Saturada) = A/C	(gr/cm ³)	2.261	2.174
P.e. Nominal (Base Seca) = D/E	(gr/cm ³)	2.382	2.261
			2.382

GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO FINO			
MUESTRA	UNIDADES	2	
Temperatura del agua	(°C)	18.00	
Peso de la flota + agua + suelo	(gr)	971.6	
Peso de la flota + agua	(gr)	683.9	
Peso del suelo seco	(gr)	491.0	
Peso específico del agua	(gr/cm ³)	1.000	
Coefficiente corrección de temperatura	(k)	1.00	
Gravedad específica de finos	(gr/cm ³)	2.415	PROMEDIO
			2.415

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO			
MUESTRA	UNIDADES	GRUESO	FINO
Gravedad específica promedio	(gr/cm ³)	2.174	2.415
Contenido del suelo	(%)	28.54	71.46
Gravedad específica total	(gr/cm ³)	2.34	
			VALOR
			2.341

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M2	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO GRUESO	(gr/cm ³)	2.17	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO FINO	(gr/cm ³)	2.42	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO	(gr/cm ³)	2.34	



TLAB-MS-CI-202/03-2019/DEN02		NORMA ASTM D1556	
DENSIDAD NATURAL			
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019		
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER		
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA		
Muestra	C1-M2		
Fecha	11/03/2019		

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso húmedo de la muestra	(gr)	2829	
Peso seco de la muestra	(gr)	2689	VALOR
Contenido de humedad	(%)	5.19	5.188

VOLÚMEN DEL SUELO			
Peso Arena y frasco	(gr)	7985	
Peso Arena o' queda en frasco	(gr)	3805	
Corrección del cono	(#)	1702	
Peso Arena neta empleada	(gr)	2478	
Peso Arena y frasco	(gr)	1.530	
Volúmen del Hueco	(cm ³)	1620	
Peso Suelo neto + Grava	(gr)	2829	
Peso del Suelo	(gr)	2424	VALOR
Volúmen del Suelo	(cm ³)	1410	1410

PESO ESPECÍFICO DE GRAVAS			
Peso Grava secada al aire	(gr)	405	
Volúmen Grava por Desplazamiento	(cm ³)	210	VALOR
Peso Específico de Grava	(gr/cm ³)	1.93	1.929

DENSIDAD NATURAL			
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.72	
% de Humedad contenida	(%)	5.19	VALOR
Densidad Natural	(gr/cm ³)	1.63	1.635

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C1-M2	
HUMEDAD NATURAL	(%)	5.19	
DENSIDAD NATURAL	(gr/cm ³)	1.63	



TLAB-MS-CI-202/03-2019/DMM02		NORMA ASTM 4554 - 4254
DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitada	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M2	
Fecha	11/03/2019	

DENSIDAD MÁXIMA					
MUESTRA	UNIDADES	1	2	3	
Peso material + Molde	(gr)	5,949	5,965	5,956	
Peso del molde	(gr)	4,355	4,355	4,355	
Peso del material	(gr)	1,594	1,610	1,601	
Volúmen del molde	(cm ³)	939.0	939.0	939.0	PROMEDIO
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1,698	1,715	1,705	1.706

DENSIDADES MÍNIMAS					
MUESTRA	UNIDADES	1	2	3	
Peso material + Molde	(gr)	5,757	5,766	5,769	
Peso del molde	(gr)	4,355	4,355	4,355	
Peso del material	(gr)	1,402	1,411	1,414	
Volúmen del molde	(cm ³)	939.0	939.0	939.0	PROMEDIO
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1,493	1,503	1,506	1.501

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Ext)	C1-M2	
DENSIDAD MÁXIMA	(gr/cm ³)	1.71	
DENSIDAD MÍNIMA	(gr/cm ³)	1.50	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/CDD02		NORMA ASTM D3080
ENSAYO DE CORTE DIRECTO		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	CI-M2	
Fecha	11/03/2019	

ENSAYO DE CORTE																
ARENA LIMOSA CON GRAVA (SM)																
Deformación Tangencial (mm)	Esfuerzo Normal		1.28		Esfuerzo Normal		2.55		Esfuerzo Normal		5.10		Esfuerzo Normal		10.20	
	Despl. vertical	Lectural dial fuerza	Esf. Cie (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectural dial fuerza	Esf. Cie (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectural dial fuerza	Esf. Cie (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectural dial fuerza	Esf. Cie (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectural dial fuerza	Esf. Cie (Kg/cm ²)	
0.00	0.015	0.0	0.00	0.040	0.0	0.00	0.040	0.0	0.00	0.082	0.0	0.00	0.082	0.0	0.00	
0.15	0.016	4.4	0.15	0.041	7.7	0.26	0.044	12.0	0.40	0.087	5.6	0.19	0.087	5.6	0.19	
0.30	0.017	8.4	0.28	0.042	12.2	0.41	0.047	19.4	0.65	0.089	12.4	0.42	0.089	12.4	0.42	
0.45	0.018	9.2	0.31	0.042	18.2	0.62	0.049	23.7	0.80	0.090	17.7	0.60	0.090	17.7	0.60	
0.60	0.018	10.8	0.37	0.042	19.1	0.65	0.050	28.7	0.98	0.092	28.2	0.96	0.092	28.2	0.96	
0.75	0.018	11.5	0.39	0.042	21.2	0.72	0.051	33.6	1.15	0.094	32.5	1.11	0.094	32.5	1.11	
0.90	0.018	12.1	0.42	0.042	22.2	0.76	0.052	37.3	1.28	0.095	38.3	1.31	0.095	38.3	1.31	
1.05	0.018	12.4	0.43	0.042	23.3	0.80	0.053	40.7	1.40	0.098	46.8	1.61	0.098	46.8	1.61	
1.20	0.018	12.7	0.44	0.042	23.8	0.82	0.054	43.6	1.50	0.099	52.4	1.81	0.099	52.4	1.81	
1.50	0.018	13.0	0.46	0.042	24.4	0.87	0.055	45.2	1.64	0.102	57.7	2.17	0.102	57.7	2.17	
1.80	0.018	13.2	0.47	0.042	25.1	0.89	0.055	47.2	1.72	0.104	62.7	2.60	0.104	62.7	2.60	
2.10	0.018	13.3	0.48	0.042	25.2	0.91	0.055	48.3	1.79	0.106	68.3	2.94	0.106	68.3	2.94	
2.40	0.018	13.6	0.50	0.042	25.5	0.94	0.055	49.3	1.83	0.109	74.4	3.24	0.109	74.4	3.24	
2.70	0.018	13.6	0.52	0.042	25.8	0.96	0.055	50.1	1.86	0.111	78.8	3.52	0.111	78.8	3.52	
3.00	0.018	13.6	0.51	0.042	25.9	0.98	0.055	50.8	1.89	0.113	83.6	3.68	0.113	83.6	3.68	
3.30	0.018	13.6	0.50	0.042	26.4	0.99	0.055	51.3	1.89	0.114	87.4	3.83	0.114	87.4	3.83	
3.60	0.018	14.1	0.48	0.042	26.6	1.00	0.055	51.8	1.89	0.114	91.4	3.96	0.114	91.4	3.96	
3.90	0.018	14.4	0.47	0.042	26.8	1.02	0.055	52.1	1.90	0.115	95.8	4.05	0.115	95.8	4.05	
4.20	0.018	14.6	0.46	0.042	26.9	1.03	0.055	52.3	1.91	0.115	98.7	4.13	0.115	98.7	4.13	
4.50	0.018	14.4	0.45	0.042	27.1	1.04	0.055	52.6	1.91	0.115	101.0	4.14	0.115	101.0	4.14	
4.80	0.018	14.3	0.44	0.042	27.2	1.05	0.055	52.7	1.92	0.115	102.6	4.13	0.115	102.6	4.13	
5.10	0.018	14.2	0.43	0.042	27.2	1.06	0.055	52.4	1.93	0.115	104.2	4.07	0.115	104.2	4.07	
5.40	0.018	14.0	0.43	0.042	27.5	1.07	0.055	52.4	1.94	0.115	106.0	4.07	0.115	106.0	4.07	
5.70	0.018	13.6	0.43	0.042	27.5	1.07	0.055	52.4	1.95	0.115	107.6	4.08	0.115	107.6	4.08	
6.00	0.018	13.2	0.43	0.042	27.5	1.10	0.055	52.1	1.93	0.115	109.0	4.04	0.115	109.0	4.04	
6.30	0.018	13.0	0.42	0.042	27.6	1.10	0.055	52.1	1.94	0.115	110.0	4.03	0.115	110.0	4.03	
6.60	0.018	12.7	0.43	0.042	27.8	1.10	0.055	51.8	1.92	0.115	110.7	4.06	0.115	110.7	4.06	
6.90	0.018	12.6	0.44	0.042	27.9	1.09	0.055	51.8	1.90	0.115	111.4	4.09	0.115	111.4	4.09	
7.20	0.018	12.4	0.44	0.042	27.9	1.08	0.055	51.8	1.90	0.115	112.0	4.07	0.115	112.0	4.07	
7.50	0.018	12.1	0.44	0.042	28.2	1.06	0.055	51.6	1.89	0.115	111.6	4.07	0.115	111.6	4.07	
7.80	0.018	12.0	0.45	0.042	28.0	1.04	0.055	51.4	1.89	0.115	111.6	4.06	0.115	111.6	4.06	
8.10	0.018	11.9	0.45	0.042	28.2	1.03	0.055	51.6	1.89	0.115	111.0	4.06	0.115	111.0	4.06	
8.40	0.018	11.8	0.45	0.042	28.2	1.02	0.055	51.4	1.88	0.115	110.5	4.07	0.115	110.5	4.07	
8.70	0.018	11.5	0.46	0.042	28.2	0.99	0.055	51.4	1.87	0.115	109.0	4.06	0.115	109.0	4.06	
9.00	0.018	11.5	0.46	0.042	28.0	0.97	0.055	51.4	1.86	0.115	108.2	4.06	0.115	108.2	4.06	
9.30	0.018	11.4	0.46	0.042	28.0	0.96	0.055	51.4	1.86	0.115	107.7	4.06	0.115	107.7	4.06	
9.60	0.018	11.3	0.47	0.042	28.2	0.94	0.055	51.4	1.84	0.115	107.6	4.08	0.115	107.6	4.08	
9.90	0.018	11.3	0.47	0.042	28.3	0.92	0.055	51.3	1.83	0.115	107.4	4.09	0.115	107.4	4.09	

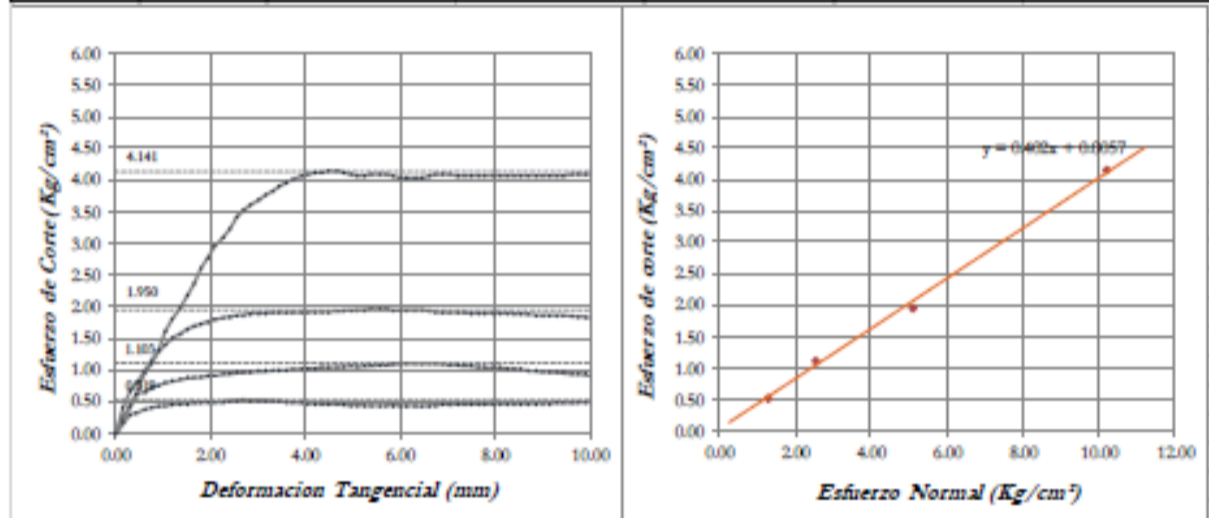
Nota:

* Muestra ensayada pasante a la malla Nº 8 y con densidad seca de: 1.63 gr/cm³

* La interpretación de los resultados de ensayo es exclusiva responsabilidad del usuario; salvo recomendaciones adjuntas

TLAB-MS-CI-202/03-2019/CDG02		NORMA ASTM D3080	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019		
Solicitante	OCHANTE BENDEZJI, MARIO GELBER		
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA		
Muestra	C1-M2		
Fecha	11/03/2019		

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECÍMEN						
ARENA LIMOSA (SM)						
Muestra	Diametro	Área	Cont. Humedad	Dens. Seca	Esfuerzo Normal	Esfuerzo de corte
Nº	(cm)	(cm ²)	(%)	(gr/cm ³)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	6.10	29.75	20.49	1.63	1.28	0.519
2	6.10	29.75	11.47	1.63	2.55	1.103
3	6.10	29.75	16.82	1.63	5.10	1.950
4	6.10	29.75	21.91	1.63	10.20	4.141



RESULTADOS DE ENSAYO			
Cohesión (Kg/cm ²)	0.01	Angulo de Fricción Residual (°)	21.90

Note:

* Muestra ensayada pasante a la malla Nº 4 y con densidad seca de:

1.63 gr/cm³

*La interpretación de los resultados de ensayo es exclusiva responsabilidad del usuario; salvo recomendaciones adjuntas

TLAB-MS-CI-202/03-2019/SAL02		NORMA MTC E219 - 2000
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C1-M2	
Fecha	11/03/2019	

SUELO FINO				
MUESTRA	UNIDADES	A	B	
		L7	L35	
Peso del Recipiente (Biker 100ml)	(gr)	160.816	164.333	
Peso del Recipiente + Agua + Sal	(cm ³)	256.738	261.691	
Peso del Recipiente Seco + Sal	(gr)	161.008	164.529	
Peso de la Sal	(gr)	0.192	0.196	
Peso del Agua	(gr)	95.730	97.162	
Volúmen del agua + Sal Filtrada	(gr)	100.000	100.000	PROMEDIO
Porcentaje de Sales	(%)	1.003	1.009	1.01
Sales Totales	PPM	10028	10086	10057

RESULTADOS		
SALES SOLUBLES	(Cal-Est)	C1-M2
	(%)	1.01
	PPM	10057

100 gr. de muestra + 500 cm³ de agua destilada.

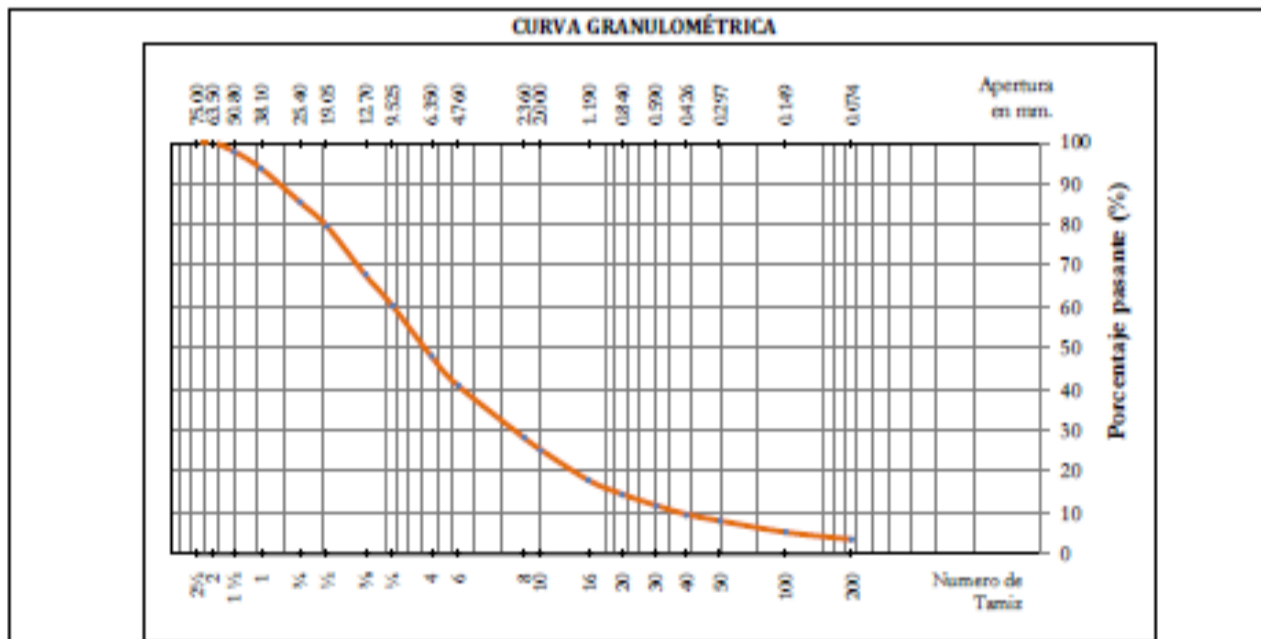


TLAB-MS-CI-202/03-2019/GRA03		NORMA ASTM D422
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZI, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

GRANULOMETRÍA					
Tamices serie Americana	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"	75.00	0.0	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	151.0	2.20	2.20	97.80
1.5"	38.10	285.0	4.15	6.35	93.65
1"	25.40	554.0	8.07	14.43	85.57
3/4"	19.05	406.0	5.92	20.35	79.65
1/2"	12.70	812.0	11.84	32.18	67.82
3/8"	9.53	513.0	7.48	39.66	60.34
1/4"	6.35	832.0	12.13	51.79	48.21
Nº 4	4.76	506.0	7.38	59.16	40.84
Nº 8	2.36	100.0	1.47	71.91	28.09
Nº 10	2.00	21.6	0.32	74.66	25.34
Nº 16	1.19	59.8	0.87	82.28	17.72
Nº 20	0.84	25.8	0.38	85.57	14.43
Nº 30	0.59	21.4	0.32	88.30	11.70
Nº 40	0.43	17.1	0.25	90.48	9.52
Nº 50	0.30	12.9	0.19	92.12	7.88
Nº 80	0.18	16.5	0.24	94.23	5.77
Nº 100	0.15	5.1	0.07	94.88	5.12
Nº 200	0.07	13.7	0.20	96.62	3.38
Bandeja		26.5	0.39	100.00	0.00

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Tamaño máximo	(Pulg)	2"
Peso de la muestra	(gr)	6861.0
Fración de finos	(gr)	320.40
Perdida por lavado	(gr)	26.50
Límite Líquido	(%)	21.52
Límite Plástico	(%)	NP
Índice de Plast	(-)	NP
D60		9.44
D50		6.82
D30		2.74
D10		0.46
Cu		20.42
Cc		1.72

RESULTADOS		
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1
GRAVAS	(%)	59.16
ARENAS	(%)	37.46
FINOS	(%)	3.38
CLASIFICACIÓN SUCS		GW
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-a





TLAB-MS-CI-202/03-2019/HUM03		NORMA ASTM D2216
CONTENIDO DE HUMEDAD		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZO, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

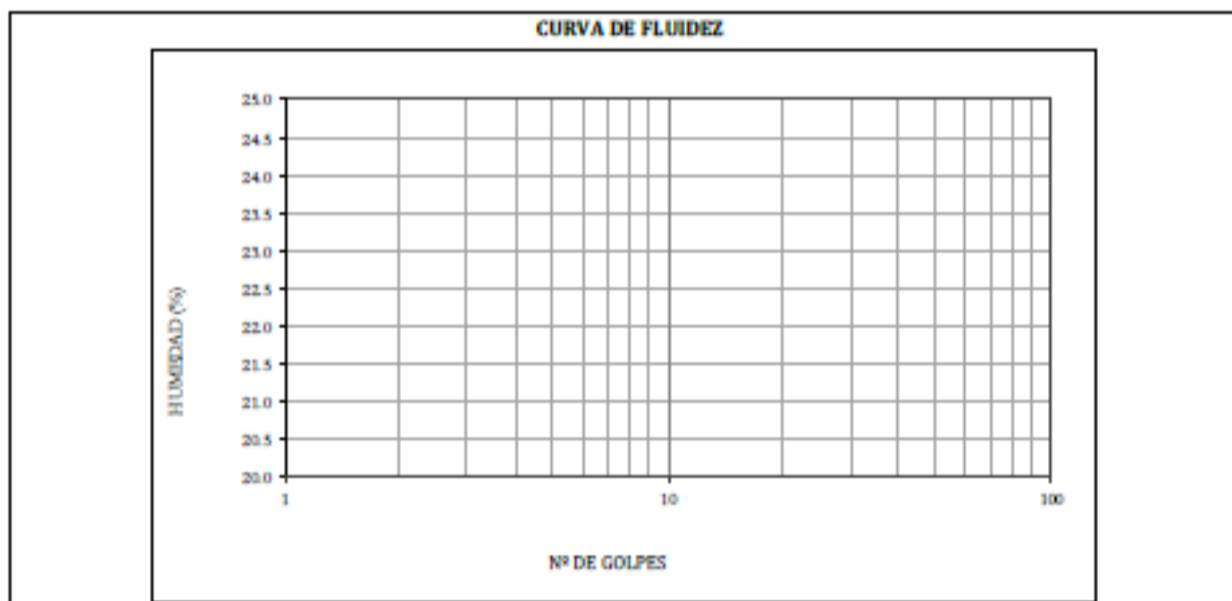
HUMEDAD					
MUESTRA		C2-M1			
CAPSULA	UNIDADES	A5	A22	A38	
Peso del Suelo húmedo + depósito	(gr.)	89.78	102.29	96.73	
Peso del Suelo seco + depósito	(gr.)	84.45	96.37	91.08	
Peso del Agua	(gr.)	5.33	5.92	5.65	
Peso del Depósito	(gr.)	20.31	22.88	22.55	
Peso del Suelo Seco	(gr.)	64.14	73.49	68.53	PROMEDIO
Humedad	(%)	8.31	8.06	8.24	8.20

RESULTADO		
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1
HUMEDAD	(%)	8.20



TLAB-MS-CI-202/03-2019/LJM03		NORMA ASTM D 4318
LÍMITES DE ATTERBERG		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
PESOS	Nº DE CÁPSULA		PESOS	Nº DE CÁPSULA	
	C24	C1			
Peso Cápsula	37.35	37.42	Peso Cápsula		
P. Cap+S. Humedo	55.81	55.94	P. Cap+S. Humedo		
P. Cap+S. Seco	52.24	52.48	P. Cap+S. Seco		
Agua	3.57	3.46	Agua		
Suelo Seco	14.89	15.06	Suelo Seco		
% de Humedad	23.98	22.97	% de Humedad		
No. De Golpes	9	17			
Límite Líquido	NP		Límite Plástico	NP	



RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1	
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	NP	
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	NP	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(-)	NP	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/GES03		NORMA ASTM D854
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SUELOS		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO GRUESO			
MUESTRA	UNIDADES	A	
A Peso Mat. Sat Sup. Seca en Aire (gr)	(gr)	1,136.5	
B Peso Mat. Sat. Sup. Seca en Agua (gr.)	(gr)	651.5	
C Vol. Masa + Vol de Vacios = A-B	(gr)	485.0	
D Peso Mat. Seco en Estufa (gr)	(gr)	1,100.9	
E Vol de Masa C - (A-D)	(gr)	449.4	
F Temperatura del agua (°C)	(°C)	19.10	
G Factor de corrección	(k)	0.998	PROMEDIO
P.e. Aparente (Base Seca) = D/C	(gr/cm ³)	2.266	2.266
P.e. Aparente (Base Saturada) = A/C	(gr/cm ³)	2.340	2.340
P.e. Nominal (Base Seca) = D/E	(gr/cm ³)	2.446	2.446

GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO FINO			
MUESTRA	UNIDADES	2	
Temperatura del agua	(°C)	18.00	
Peso de la flota + agua + suelo	(gr)	973.4	
Peso de la flota + agua	(gr)	683.9	
Peso del suelo seco	(gr)	489.7	
Peso específico del agua	(gr/cm ³)	1.000	
Coefficiente corrección de temperatura	(k)	1.00	PROMEDIO
Gravedad específica de finos	(gr/cm ³)	2.446	2.446

GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO			
MUESTRA	UNIDADES	GRUESO	FINO
Gravedad específica promedio	(gr/cm ³)	2.266	2.446
Contenido del suelo	(%)	59.16	40.84
Gravedad específica total	(gr/cm ³)	2.34	
			VALOR
			2.336

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO GRUESO	(gr/cm ³)	2.27	
GRAVEDAD ESPECÍFICA SUELO FINO	(gr/cm ³)	2.45	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL SUELO	(gr/cm ³)	2.34	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/DEN03		NORMA ASTM D1556	
DENSIDAD NATURAL			
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019		
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER		
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA		
Muestra	C2-M1		
Fecha	11/03/2019		

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso húmedo de la muestra	(gr)	3236	
Peso seco de la muestra	(gr)	2991	VALOR
Contenido de humedad	(%)	8.20	8.203

VOLUMEN DEL SUELO			
Peso Arena y frasco	(gr)	8056	
Peso Arena q' queda en frasco	(gr)	3702	
Corrección del cono	(#)	1702	
Peso Arena neta empleada	(gr)	2652	
Peso Arena y frasco	(gr)	1530	
Volumen del Huevo	(cm ³)	1733	
Peso Suelo neto + Grava	(gr)	3236	
Peso del Suelo	(gr)	2874	VALOR
Volumen del Suelo	(cm ³)	1523	1523

PESO ESPECÍFICO DE GRAVAS			
Peso Grava secada al aire	(gr)	362	
Volumen Grava por Desplazamiento	(cm ³)	210	VALOR
Peso Específico de Grava	(gr/cm ³)	1.72	1.725

DENSIDAD NATURAL			
Densidad Humeda	(gr/cm ³)	1.89	
% de Humedad contenida	(%)	8.20	VALOR
Densidad Natural	(gr/cm ³)	1.74	1.744

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1	
HUMEDAD NATURAL	(%)	8.20	
DENSIDAD NATURAL	(gr/cm ³)	1.74	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/DMM03		NORMA ASTM 4554 - 4254
DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

DENSIDAD MÁXIMA					
MUESTRA	UNIDADES	1	2	3	
Peso material + Molde	(gr)	6,082	6,076	6,072	
Peso del molde	(gr)	4,355	4,355	4,355	
Peso del material	(gr)	1,727	1,721	1,717	
Volúmen del molde	(cm ³)	939.0	939.0	939.0	PROMEDIO
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.839	1.833	1.829	1.834

DENSIDADES MÍNIMAS					
MUESTRA	UNIDADES	1	2	3	
Peso material + Molde	(gr)	5,860	5,852	5,848	
Peso del molde	(gr)	4,355	4,355	4,355	
Peso del material	(gr)	1,505	1,497	1,493	
Volúmen del molde	(cm ³)	939.0	939.0	939.0	PROMEDIO
Densidad Seca	(gr/cm ³)	1.603	1.594	1.590	1.596

RESULTADOS			
MUESTRA	(Cal-Est)	C2-M1	
DENSIDAD MÁXIMA	(gr/cm ³)	1.83	
DENSIDAD MÍNIMA	(gr/cm ³)	1.60	

TLAB-MS-CI-202/03-2019/CDD03		NORMA ASTM D3080
ENSAYO DE CORTE DIRECTO		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitada	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

ENSAYO DE CORTE												
GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA (GW)												
Deformación Tangencial (mm)	Esfuerzo Normal 1.28			Esfuerzo Normal 2.55			Esfuerzo Normal 5.10			Esfuerzo Normal 10.20		
	Despl. vertical	Lectura dial fuerza	Esf. Cte (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectura dial fuerza	Esf. Cte (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectura dial fuerza	Esf. Cte (Kg/cm ²)	Despl. vertical	Lectura dial fuerza	Esf. Cte (Kg/cm ²)
0.00	0.008	0.0	0.00	0.007	0.0	0.00	0.035	0.0	0.00	0.065	0.0	0.00
0.15	0.009	2.7	0.09	0.023	8.9	0.30	0.037	15.0	0.51	0.069	17.8	0.60
0.30	0.010	5.9	0.20	0.024	14.1	0.48	0.040	24.5	0.83	0.072	26.2	0.89
0.45	0.010	7.8	0.27	0.024	21.1	0.72	0.040	34.7	1.18	0.075	35.7	1.21
0.60	0.010	10.9	0.37	0.024	22.1	0.75	0.040	40.9	1.39	0.076	44.6	1.52
0.75	0.010	12.2	0.41	0.024	24.6	0.84	0.040	44.0	1.50	0.078	54.2	1.85
0.90	0.010	13.1	0.45	0.024	25.7	0.88	0.040	47.1	1.61	0.081	65.5	2.24
1.05	0.010	13.6	0.47	0.024	27.0	0.93	0.040	49.4	1.70	0.082	71.6	2.46
1.20	0.010	14.2	0.49	0.024	27.6	0.95	0.040	51.6	1.78	0.083	78.7	2.71
1.50	0.010	14.7	0.53	0.024	28.3	1.01	0.040	53.2	1.90	0.088	85.3	3.11
1.80	0.010	15.2	0.55	0.024	29.1	1.03	0.040	54.8	1.98	0.091	89.6	3.44
2.10	0.010	15.4	0.57	0.024	29.3	1.06	0.040	56.0	2.05	0.092	93.6	3.65
2.40	0.010	15.7	0.58	0.024	29.6	1.09	0.040	56.7	2.10	0.093	98.4	3.81
2.70	0.010	16.3	0.59	0.024	29.9	1.11	0.040	57.6	2.20	0.094	101.3	3.94
3.00	0.010	16.3	0.59	0.024	30.1	1.13	0.040	58.1	2.27	0.095	103.7	4.06
3.30	0.010	16.2	0.59	0.024	30.6	1.15	0.040	58.9	2.30	0.096	105.5	4.18
3.60	0.010	16.5	0.59	0.024	30.9	1.16	0.040	59.3	2.30	0.097	107.5	4.27
3.90	0.010	16.5	0.59	0.024	31.1	1.18	0.040	60.5	2.31	0.098	109.0	4.31
4.20	0.010	16.6	0.59	0.024	31.2	1.19	0.040	61.6	2.29	0.098	110.6	4.38
4.50	0.010	16.8	0.58	0.024	31.4	1.21	0.040	63.4	2.32	0.099	111.7	4.44
4.80	0.010	16.5	0.59	0.024	31.5	1.22	0.040	63.2	2.31	0.101	113.0	4.50
5.10	0.010	16.3	0.60	0.024	31.5	1.22	0.040	63.4	2.30	0.102	114.2	4.53
5.40	0.010	16.5	0.61	0.024	31.9	1.24	0.040	63.7	2.27	0.104	115.6	4.50
5.70	0.010	16.3	0.60	0.024	31.9	1.25	0.040	62.8	2.27	0.105	116.5	4.50
6.00	0.010	16.2	0.60	0.024	31.9	1.27	0.040	63.2	2.17	0.105	117.5	4.53
6.30	0.010	16.3	0.60	0.024	32.0	1.28	0.040	62.4	2.21	0.107	117.2	4.66
6.60	0.010	16.2	0.61	0.024	32.2	1.27	0.040	63.1	2.28	0.109	117.9	4.84
6.90	0.010	16.0	0.63	0.024	32.4	1.26	0.040	62.8	2.32	0.111	118.0	4.91
7.20	0.010	16.0	0.64	0.024	32.4	1.25	0.040	62.2	2.33	0.113	118.8	5.00
7.50	0.010	15.8	0.62	0.024	32.7	1.23	0.040	62.5	2.35	0.114	119.2	5.05
7.80	0.010	15.7	0.62	0.024	32.5	1.21	0.040	62.5	2.37	0.114	119.7	5.07
8.10	0.010	15.7	0.59	0.024	32.7	1.20	0.040	62.4	2.38	0.114	119.8	5.08
8.40	0.010	15.7	0.59	0.024	32.7	1.18	0.040	61.9	2.40	0.114	120.4	5.09
8.70	0.010	15.8	0.56	0.024	32.7	1.15	0.040	61.6	2.42	0.114	120.6	5.10
9.00	0.010	16.0	0.55	0.024	32.5	1.13	0.040	61.1	2.44	0.114	120.4	5.11
9.30	0.010	16.2	0.52	0.024	32.5	1.12	0.040	60.0	2.46	0.114	119.2	5.11
9.60	0.010	16.0	0.49	0.024	32.7	1.08	0.040	59.6	2.48	0.114	119.4	5.12
9.90	0.010	15.7	0.46	0.024	32.8	1.07	0.040	59.7	2.50	0.114	118.6	5.13

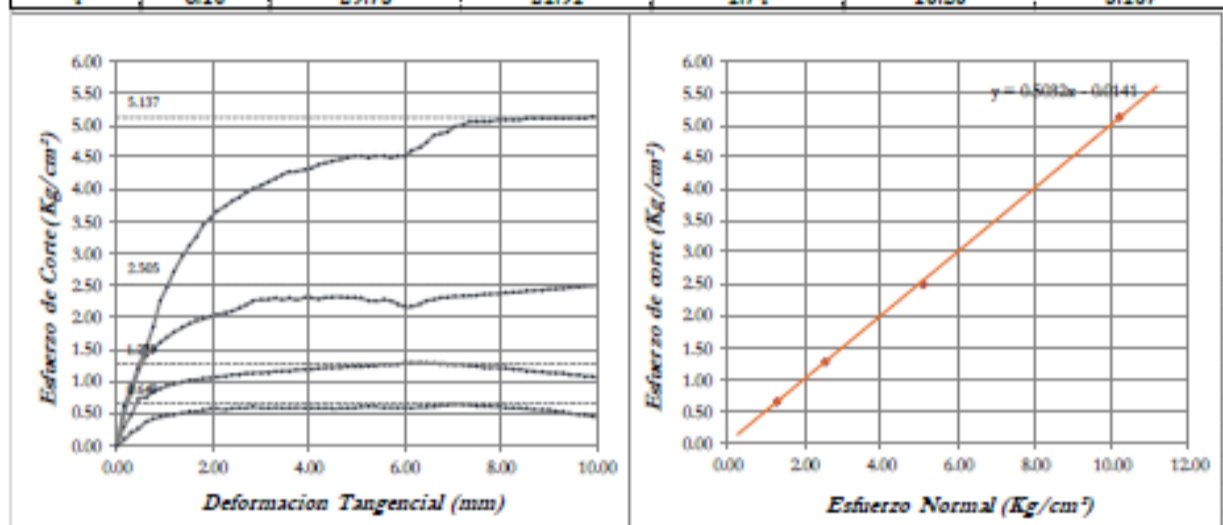
Nota:

* Muestra ensayada pasante a la malla Nº 8 y con densidad seca de: 1.74 gr/cm³

* La interpretación de los resultados de ensayo es exclusiva responsabilidad del usuario; salvo recomendaciones adjuntas

TLAB-MS-CI-202/03-2019/CDG03		NORMA ASTM D3080	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019		
Solicita	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER		
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA		
Muestra	C2-M1		
Fecha	11/03/2019		

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECÍMEN						
ARENA LIMOSA (SM)						
Muestra Nº	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Cont. Humedad (%)	Dens. Seca (gr/cm ³)	Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
1	6.10	29.75	20.49	1.74	1.28	0.649
2	6.10	29.75	11.47	1.74	2.55	1.279
3	6.10	29.75	16.82	1.74	5.10	2.505
4	6.10	29.75	21.91	1.74	10.20	5.137



RESULTADOS DE ENSAYO			
Cohesión (Kg/cm ²)	0.00	Angulo de Fricción Residual (°)	26.71

Nota:

* Muestra ensayada pasante a la malla Nº 4 y con densidad seca de:

1.74 gr/cm³

*La interpretación de los resultados de ensayo es exclusiva responsabilidad del usuario; salvo recomendaciones adjuntas



TLAB-MS-CI-202/03-2019/SAL03		NORMA MTC E219 - 2000
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS		
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019	
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER	
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA	
Muestra	C2-M1	
Fecha	11/03/2019	

SUELO FINO				
MUESTRA	UNIDADES	A	B	
		L11	L19	
Peso del Recipiente (Biker 100ml)	(gr)	161.235	162.350	
Peso del Recipiente + Agua + Sal	(cm ³)	257.150	262.341	
Peso del Recipiente Seco + Sal	(gr)	161.349	162.468	
Peso de la Sal	(gr)	0.114	0.118	
Peso del Agua	(gr)	95.801	99.873	
Volumen del agua + Sal Filtrada	(gr)	100.000	100.000	PROMEDIO
Porcentaje de Sales	(%)	0.595	0.591	0.59
Sales Totales	PPM	5950	5908	5929

RESULTADOS			
SALES SOLUBLES	(Cal-Est)	C2-M1	
	(%)	0.59	
	PPM	5929	

100 gr. de muestra + 500 cm³ de agua destilada.

PERFIL ESTRATIGRAFICO	
Proyecto	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO CON AISLADORES CON NUCLEO DE PLOMO DEL HOSPITAL MARITZA CAMPOS, AREQUIPA 2019
Solicitante	OCHANTE BENDEZU, MARIO GELBER
Ubicación	AV. 54, DISTRITO DE CERRO COLORADO, PROVINCIA Y REGION DE AREQUIPA
Excavación	CALICATA C1
Fecha	11/03/2019

ESCALA (Cm.)	CLASIFICACIÓN SUCS	PERFIL SUELO	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
NIVEL SUPERFICIAL				
0.00				
0.10	RELLENO		R-1	Relleno conformado por un suelo alterado color gris pardo, con restos de basura, escombros y material orgánico en descomposición.
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60	GW		M-1	Estrato conformado por gravas bien graduadas (GW), color gris medio, grano medio, estructura heterogénea, húmeda, sin plasticidad, consistencia firme y resistencia media; presenta 51.04% de gravas duras sub angulares con cementación moderada.
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.10	SM		M-2	Estrato conformado por arenas limosas con gravas (SM), color gris pardo, grano fino, estructura heterogénea, húmeda, baja plasticidad, consistencia firme y resistencia media; presenta 15% de bolones duros sub redondeados y 28.54% de gravas duras sub angulares con cementación moderada
3.20				
3.30				
3.40				
3.50				
3.60				
3.70				
3.80				
3.90				
4.00	No presenta nivel freático a la profundidad de 4.00 metros.			