



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de  
energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el  
comportamiento sísmico en Cusco.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

PALIZA ORTEGA, Jesús Alejo (ORCID: 0000-0002-9881-9238)

VARGAS GUILLEN, Alex Roy (ORCID: 0000-0001-6595-0945)

**ASESOR**

Dr. PRINCIPE REYES, Roger Alberto. (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darnos la inteligencia y la sabiduría de poder cumplir con nuestro propósito, ya que sin él no somos nada, y nos encamina al camino correcto.

A nuestros padres porque están siempre con nosotros en las buenas y en las malas apoyándonos, enseñándonos el camino correcto a seguir lleno de valores y principios ya que sin ellos no hubiera podido cumplir con mis objetivos.

Jesús y Alex

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres, que siempre nos han motivado en nuestra formación profesional, a lo largo de nuestras vidas, creyendo y apostando por nosotros y por nuestras posibilidades en todo momento y lugar.

A nuestros docentes, por sus valiosos conocimientos impartidos, por sus buenas enseñanzas y paciencia; a ellos debemos nuestros conocimientos profesionales, un eterno agradecimiento.

Los autores

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos .....	23
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS:.....	25
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS: .....	30
VI. CONLCLUSIONES: .....	33
VII. RECOMENDACIONES: .....	34
REFERENCIAS .....	35
ANEXOS.....	37

## Índice de tablas

Tabla 1: <i>Operacionalización de Variables</i>	22
Tabla 2: <i>Porcentaje de reducción de derivas de entrepiso por nivel – Dir X. en el edificio de 5 pisos de la Urb. Tupac Amaru N-1, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco</i>	25
Tabla 3: <i>Porcentaje de reducción de derivas de entrepiso por nivel – Dir Y. en el edificio de 5 pisos de la Urb. Tupac Amaru N-1, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco</i>	26
Tabla 4: <i>Porcentaje de reducción de periodos con respecto a cada modo, en el edificio de 5 pisos de la Urb. Tupac Amaru N-1, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco</i>	27
Tabla 5: <i>Porcentaje de Energía de disipación EO (Este-Oeste) – Dir. X</i>	28
Tabla 5: <i>Porcentaje de Energía de disipación NS (Norte-Sur) – Dir. Y</i>	28

## Índice de figuras

Figura 1: <i>Respuesta de una estructura convencional frente a un sismo severo y con aislamiento base</i>	6
Figura 2: <i>Sistema sismorresistente con disipadores</i>	7
Figura 3: <i>Disipador de sección variable</i>	8
Figura 4 <i>Geometría del Disipador Shear-Link de aluminio</i>	9
Figura 5: <i>Geometría del Disipador SL</i>	10
Figura 6: <i>Disipador Unbonded Brace. Geometría.</i>	11
Figura 7: <i>Disipador Unbonded Brace. Incorporación a un pórtico</i>	12
Figura 8: <i>Esquema Disipador por extrusión de plomo</i>	13
Figura 9: <i>Disipador por fricción Sumitomo</i>	13
Figura 10: <i>Disipador por fricción ubicado en la intersección de dos diagonales</i>	14
Figura 11: <i>Disipador por fricción y ubicación en un pórtico</i>	14
Figura 12: <i>Vista externa e interna del Energy dissipating Restraint (EDR).</i>	15
Figura 13: <i>Disipadores viscoelásticos: (a) Esquema. (b) Ubicación en las torres gemelas.</i>	16
Figura 14: <i>Características Viscous damping wall (VDW).</i>	18
Figura 15: <i>Fluid Viscouse Damper: (a) Características internas. (b) Incorporación a un pórtico de un edificio</i>	19
Figura 16: <i>Derivas de entrepiso – Dirección X.</i>	25
Figura 17: <i>Derivas de entrepiso - Dirección Y</i>	26

## Resumen

Esta investigación tuvo como propósito: Determinar cómo el Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco, en cumplimiento con la normatividad vigente de la universidad César Vallejo, en cuanto al reglamento de grados y títulos.

La investigación fue de carácter descriptiva, considerando un diseño no experimental, para lo cual se tomó como muestra la edificación de 5 pisos ubicada en la urb. Tupac amaru N1-A del Distrito de San Sebastián, provincia del cusco, departamento Cusco, como instrumento se contó con una ficha de inspección y se usó el esclerómetro para obtener la resistencia del concreto, también se realizó un croquis para poder ubicar en el plano los componentes estructurales, la conclusión general fue que la respuesta sísmica del edificio de 5 pisos reforzado sísmicamente con disipadores tipo Shear Link Bozzo (SLB), ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, del distrito de San Sebastián, provincia del Cusco, cumple con la expectativa en reforzar sísmicamente la estructura en las derivas de entrepiso y protegiendo la estructura global, quedando verificada la hipótesis general.

**Palabras clave:** Modelamiento, edificio, disipador de energía, comportamiento sísmico.

## Abstract

The purpose of this research was: Modeling of a building using an energy dissipator type Shear link Bozzo to improve seismic behavior in Cusco, in compliance with the current regulations of the César Vallejo university, regarding the regulation of degrees and titles.

The research was descriptive, considering a non-experimental design, for which the building located in urb. Tupac amaru N1-A from the district of San Sebastián, province of Cusco, department of Cusco, as an instrument there was an inspection sheet and the sclerometer was used to obtain the resistance of the concrete, a sketch was also made to be able to locate in the drawing the structural components, the general conclusion was that the seismic response of the 5-story building seismically reinforced with Shear Link Bozzo (SLB) type dissipaters, located in urb. Tupac amaru N-1, San Sebastián district, Cusco province, Cusco department, meets the expectation of seismically reinforcing the structure in the mezzanine drifts and protecting the overall structure, the general hypothesis being verified.

**Keywords:** Modeling, building, energy dissipation, seismic behavior.



## I. INTRODUCCIÓN

Esta tesis tiene como propósito mejorar el comportamiento sísmico de un edificio de 5 pisos en la urb. Tupac Amaru N-1, de San Sebastián, provincia del Cusco, añadiendo el disipador Shear Link Bozzo (SBL). El actual sistema estructural del edificio está constituido por 07 columnas de 30 X 30 centímetros, 03 de 40 X 30 cm. y vigas de 30 cm X 30 cm. Para su construcción no se desarrolló el análisis de diseño estructural en el normativo marco del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), ni las normas que lo conforman. Tampoco se realizó el sísmico análisis para decidir que el sistema sismorresistente del edificio cumpla con los especificados requisitos en la Norma E.030 del RNE, no se realizó El diseño de los elementos de armado concreto, tampoco hubo la presencia de un profesional que supervisara la construcción del mismo.

Hoy en día en gran parte de nuestra patria se realizan edificaciones sin estudios técnicos para su construcción, al no presentar dichos estudios seguramente muchos edificios colapsaran al presentarse un eventual sismo, ya que pertenecemos al cinturón de fuego del pacifico y de acuerdo a la zonificación de la norma E.030 a la zona 2.

El presente trabajo tiene por finalidad dar una opción a los propietarios de los edificios que fueron construidos sin asesoramiento técnico y sin cumplir las normas del RNE, para poder mejorar el comportamiento sísmico de dichas edificaciones utilizando un disipador de energía del tipo Shear Link Bozzo.

En la actualidad en la ciudad del Cusco no se cuenta con edificios que utilicen los disipadores de energía; en el presente trabajo utilizaremos el disipador de energía del tipo SLB, ya que el sistema se sustenta en el focalizado incremento en el edificio de ductilidad, propiciando una significativa reducción en las fuerzas producidas por un sismo de alta intensidad, decidimos estudiar este sistema ya que la instalación del mismo es más sencilla, más rápida que los demás sistemas para disipar energía y esto se ve reflejado en un menor costo.

En nuestro país, en la ciudad de Lima se viene utilizando el sistema de disipación de energía del tipo SLB desde hace varios años atrás, como vemos en la siguiente relación:

- DEPARTAMENTO ODONTOLOGIA -USMP-ATE: 28
- FABRICA EMBOTELLADORA LINDLEY-CHILCA: 266
- CASINO MUBARAK (Fabricados en Alemania)
- ESTRUCTURA OFICINAS MONTERROSA-SURCO: 18
- EDIFICIO RESIDENCIAL CEDRUS – LIMA: 32
- FABRICA TEXTIL VULCANO - ATE: 40
- ESTRUCTURA MULTIFAMILIAR ALTOS DEL OLIVAR-SAN ISIDRO: 42
- EDIFICIO LAS FLORES – LIMA: 28

Desde el 2015 el disipador de energía del tipo SLB se viene utilizando a nivel Latinoamérica con muy buenos resultados, a continuación, presentamos una relación de los edificios que presentan en su estructura estos disipadores, junto al número de los mismo que fueron instalados:

- EDIFICIO IXTAPA - IXTAPA: 94
- TORRE PARADOX-MEXICO DF: 118
- REFUERO HOTEL CEIBO DORADO – ECUADOR: 35
- ESTRUCTURA URBANIA - GUADALAJARA: 132
- EDIFICIO ACAPULCO - ACAPULCO: 20
- PABELLON HOTEL – GUADALAJARA: 150

El presente trabajo de investigación consiste en modelar la estructura en estudio sin disipadores de energía y ver su comportamiento ante un eventual sismo, para luego añadir al modelamiento el disipador de energía del tipo SLB y evaluar su comportamiento con este sistema en un eventual sismo; para este trabajo utilizaremos el software ETAPS V16.1.1.

En este se tiene problema de investigación siguiente: ¿Cómo el modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco?

También se formularon los siguientes objetivos: General: Evaluar el comportamiento sísmico actual de una edificación de 5 pisos del Cusco. Los objetivos específicos fueron los siguientes: OE1: Modelar con el Software ETABS la edificación de 5 pisos del Cusco, añadiendo el disipador de energía del tipo SLB. OE2: Determinar cómo el uso de los disipadores de tipo SLB reducen las derivas de entrepiso entre un 10% a 40%. OE3: Determinar cómo el uso de disipadores de tipo SLB reduce el período de vibración entre un 10% a 30%, según la disposición y cantidad de el mismo en la estructura. OE4: Determinar como el uso de disipadores de tipo SLB permite recibir un porcentaje de energía sísmica entre un 20% a 30%, según la disposición y cantidad de el mismo en la estructura.

La hipótesis general estuvo formulada de la manera siguiente: La estructura de la edificación actual cumple con los parámetros normativos de la R.N.E.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Aguiar, Rodríguez y Mora (2016), sostienen que En los últimos años, una parte enorme de la exploración, que se ha completado sobre la conducta subyacente de las estructuras en las zonas sísmicas, se ha centrado en el avance de los marcos de control seguro de temblores, tanto para el plan antisísmico de nuevos desarrollos como para la recuperación. de estructuras dañadas. por estas maravillas. Esto como una opción en contraste con la configuración sísmica habitual dependiente de las ideas de flexibilidad y exceso primario, que permiten disminuir fundamentalmente las potencias accionadas por un temblor grave. Empero, con la disminución de estos poderes, se está reconociendo que la construcción sufrirá daños de una grandeza específica cuando se produzca un temblor excepcional, ya que obligarán al diseño a trabajar en el alcance no directo con la consiguiente plastificación de una porción. de sus componentes. Esto causa la presencia de desfiguraciones perpetuas, que típicamente crean daño a los componentes subyacentes y no primarios (por ejemplo, divisores de división de mano de obra, techos falsos, hardware mecánico, establecimientos, etc.), particularmente en aquellas construcciones que tienen baja flexibilidad, o son excesivamente adaptables.

Bozzo, Aguiar, Silva, Mora, Caiza & Coyago (2016). Reconocen que los marcos de control subyacentes, en absoluto como los antes mencionados, concentran los daños que pueden ocurrir por la actividad de un temblor grave, en componentes específicos o asociaciones que pueden ser fácilmente suplantadas y cuya decepción no compromete la seguridad mundial de las construcciones o el impacto del desarrollo sísmico pueden ser redirigidos desde la construcción a diferentes componentes destinados exclusivamente a ella, de modo que las provocadas vibraciones por la actividad del sismo no dañen las estructuras y puedan amortiguarse, sin dañar la estructura principal . Otro activo utilizado por este método es el control con mecánicos dispositivos que aplican poderes receptivos que equilibran la actividad sísmica en las construcciones.

En nuestro país ya se han realizado varios proyectos de investigación referentes al uso y al comportamiento de los disipadores del tipo SLB. Entre los cuales podemos nombrar los siguientes:

Plano estructural, en Las Flores del Golf, de la multifamiliar trabajando con 9 niveles usando disipadores de energía "Shear Link Bozzo, creadores: (Bach. Plasencia Ninatanta, Carlos Santos Benedicto, Bach. Lopez Otiniano, Stewart Yaroshenko), año 2017.

Examen comparativo del plano sísmico de un diseño con divisores consistentes y con divisores desacoplados que unen disipadores SLB en la ciudad de Huancayo, creador: (Blunt, Enciso Navarro), año 2018.

Soporte sísmico mediante histeréticos disipadores Shear Link Bozzo en un trabajo de 13 pisos en la ciudad de Lima, creadores: (García Urrutia, Paul Arturo, Quispe Huamán, Cristhian Koyman), año 2019.

La exploración en este sentido se ha inclinado más a la investigación de cuatro marcos de control primarios que se denominan marcos de control latente, control dinámico, control semidinámico y medio y medio control. El control distante se habla a continuación.

## **SISTEMAS DE CONTROL PASIVO**

“Son componentes receptivos asociados al diseño para que difundan y / o redireccionen la energía de la excitación sísmica. Su reacción no es controlable y no necesitan ningún punto de acceso de energía para su actividad. Los marcos distantes son menos costosos, menos difíciles, potentes y sólidos que los demás; si se planifica adecuadamente y los temblores reaccionan a las cualidades normales, son competentes” (López y Bozzo, 2000, p. 22).

Por el contrario, la efectividad de estos sistemas se basa en reducir los requerimientos sísmicos de los elementos estructurales, mejorar su propiedad de disipación de energía, y mantener la estructura aproximadamente dentro del rango elástico lineal sin mayores daños en terremotos fuertes, al contrario de los diseños convencionales. Lo que ocurre en esto es diferente, en los diseños convencionales, cuando se forma una costura plástica en el elemento disipador,

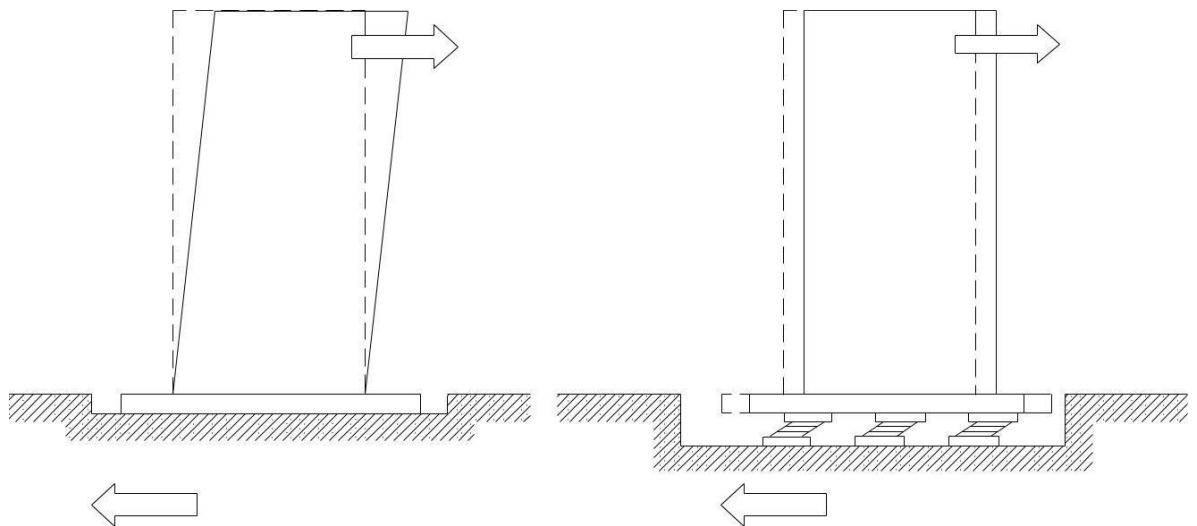
el objetivo es mejorar la capacidad de absorber energía para aceptar la presencia de daño.

Los sistemas de pasivo control se dividen en tres categorías: disipadores de energía, amortiguadores de masa y aislamiento sísmico (de base).

## **AISLAMIENTO EN LA BASE**

“El propósito principal del aislamiento de la base es hacer que la estructura sea independiente del suelo o separada de la aceleración horizontal del suelo, mover el equipo de manera flexible en la dirección horizontal y pasar de rígido a vertical entre la base y la estructura superior, para poder sostenerse por sí mismo. Estructura de carga vertical provocada por el peso. Este sistema está especialmente diseñado para la protección contra terremotos de edificios y puentes y no puede proporcionar ninguna protección contra el viento” (López y Bozzo, 2000, p. 28).

En comparación con la respuesta de los edificios tradicionales, la Imagen 1 muestra la respuesta del sistema a los grandes terremotos.



**Figura 1:** *Respuesta de una estructura convencional frente a un sismo severo y con aislamiento base*

**Fuente:** *Elaboración propia*

## **DISIPADORES DE ENERGÍA**

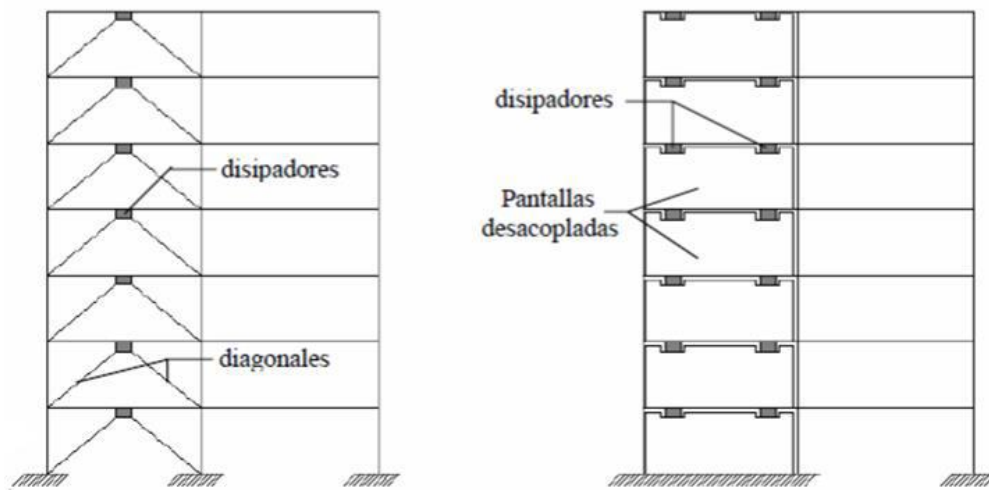
Según Arriaga (2018) son dispositivos instalados en el interior de un edificio y conectados a su estructura de tal forma que al vibrar deforman y disipan energía.

Estos dispositivos se utilizan principalmente para atenuar la vibración horizontal transmitida al edificio por la acción sísmica.

A diferencia del aislamiento básico, los absorbedores de energía también se pueden utilizar para las vibraciones horizontales causadas por el viento y se pueden utilizar en situaciones en las que no se dispone de un aislamiento básico, como en suelos blandos y edificios muy delgados.

Para Bozzo (2017) los disipadores de energía son similares a los aislantes básicos hasta cierto punto, pero la diferencia es que no necesitan soportar el peso de la estructura, por lo que pueden ser más simples, más baratos y más pequeños. De hecho, se recomienda incorporarlos posteriormente en el resto de la estructura para reducir la carga vertical que soportan, lo que reduce su propiedad para la energía disipar.

La imagen 2 evidencia dos métodos de uso de radiadores para controlar la vibración horizontal en estructuras. En la dirección vertical, debería haber un esquema similar al que se muestra.



**Figura 2:** Sistema sismorresistente con disipadores.

**Fuente:** Elaboración propia

Para mejorar la eficiencia, los disipadores deben evidenciar las cualidades siguientes: alta capacidad de consumo de energía; fácil de reemplazar si se dañan con un fuerte movimiento sísmico; simple; económico; robusto y de bajo mantenimiento o sin mantenimiento; confiabilidad y durabilidad. Es importante

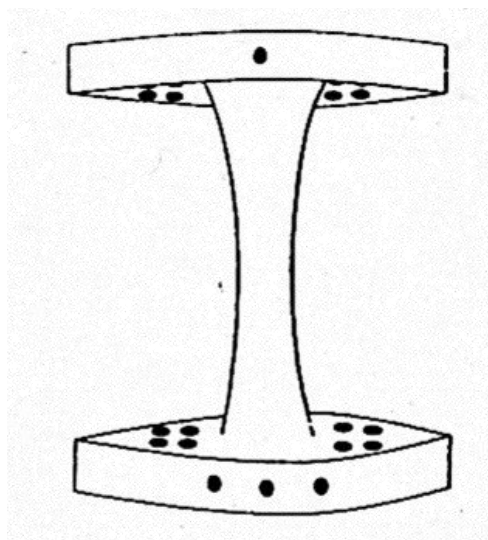
que, para pequeños desplazamientos del elemento, se produzca el inicio en la disipación de energía.

Según sus características, estos disipadores se dividen en histéreticos y viscoelasticidad. El dispositivo de histéretico se basa en la plastificación del metal mediante flexión, torsión, cizallamiento o extrusión. A continuación tenemos a los siguientes tipos.

### **Disipadores de Energía por Plastificación de Metales (MD)**

#### ***Disipadores por flexión.***

En teoría, cada esfuerzo de sección, ya sea de torsión, flexión, cortante o fuerza axial, puede usarse como un disipador de energía. El disipador de energía que se muestra en la imagen 3 que es la de fabricación más simple. Puede, la barra, tener una sección transversal constante, o una transversal sección variable como se muestra en la figura, para optimizar la disipación a lo largo de su longitud. La barra de acero es biempotrada y tiene el momento de flexión más grande en sus extremos.



**Figura 3:** *Disipador de sección variable*

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### ***Disipadores por cortante.***

Rai y Wallace (1998) construyeron un disipador llamado "Aluminium Shear-Link", este tiene una sección transversal en forma de I y su interior está hecho de placas de aluminio soldadas con rigidizadores en el alma. El

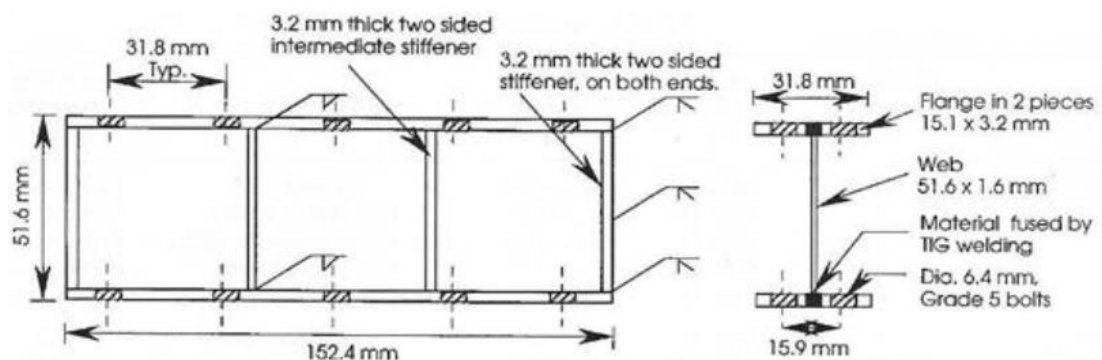


instrumento está diseñado para plastificar el material en modo cortante con fuerza lateral menor a la requerida para que las diagonales de arriostramiento contengan pandeo lateral por aplastamiento.

Para este dispositivo se seleccionó el aluminio por su baja resistencia a la plastificación, lo que permite el uso de la membrana o alma con mayor espesor, reduciendo así los problemas de pandeo local o abolladura (aunque su módulo elástico es de aprox. 1 / 3 convencional acero, lo que aumentará el problema de abolladuras).

Las experimentales pruebas de Rai y Wallace en varias muestras del disipador muestran que el eslabón de cizallamiento del aluminio tiene una rigidez excelente y consumo de energía en varios rangos de deformación, lo que lo hace atractivo en edificios nuevos. Y mejorar la estructura del edificio existente, en comparación con el acero, el aluminio es más duradero.

Además de la debilidad de soldar aluminio sin rastros de residuales tensiones que afecten a su plastificación, un aspecto del dispositivo a considerar sería la corrosión fuerte causada por el contacto entre diferentes metales como el acero y el aluminio, para lo cual se deben proporcionar puentes de neopreno u otros materiales similares. La figura 4 muestra un diagrama esquemático de la geometría del shear Link de aluminio.



**Figura 4** Geometría del Disipador Shear-Link de aluminio

**Fuente:** Cahís y Bozzo (2000)

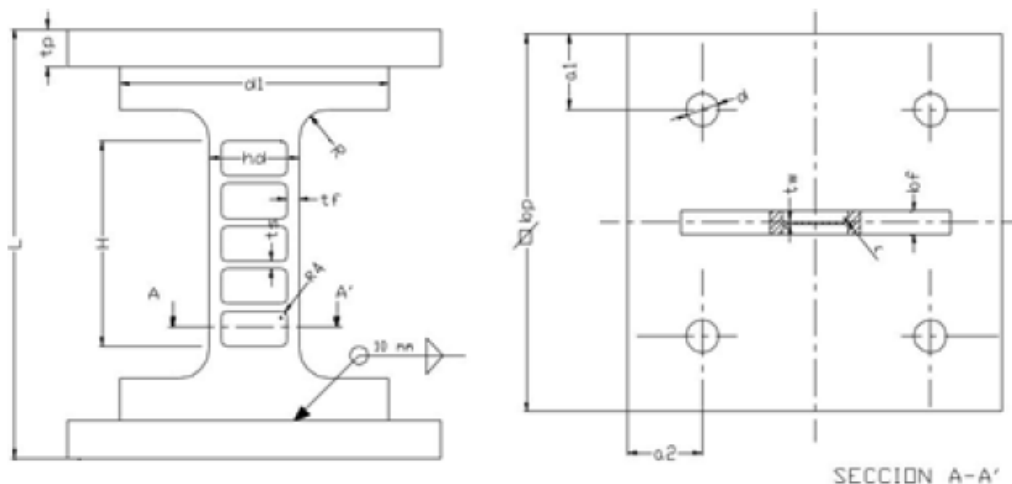
Cahís y Bozzo (2000) construyeron el disipador Shear-Link o SL en la Universidad de Girona. Hecho de acero como un perfil de metal vertical con refuerzos de soporte planos para evitar el problema de los arañazos.

El artilugio está hecho de una pieza sola de acero y la parte de dispersión está enmarcada por procesamiento, lo que hace que las fortificaciones sean más modestas sin la necesidad de soldar componentes en la zona plastificada, eliminando así la presión sobrante proveniente de la soldadura.

El ensayo considera completado con este gadget demostrar que el gadget tiene una gran firmeza bajo conducta versátil en el plano de difusión y es totalmente adaptable en su plano típico. Además, demuestran una pequeña reubicación de plastificación introductoria (0,5 mm) y diseminación de energía para ciclos estables. Su poder plastificante es bajo y muy bien puede utilizarse como material defensivo para divisores de mano de obra.

Las cualidades de este dispositivo lo hacen razonable para su uso como conector en marcos divisores de mano de obra y bordes adaptables, y también se puede utilizar como disipador en acero y bordes sólidos reforzados (Cahís et al., 2000).

En la figura 5 mostramos la geometría de disipador



**Figura 5:** Geometría del Disipador SL

**Fuente:** Cahís et al., 2000

### ***Disipadores por carga axial***

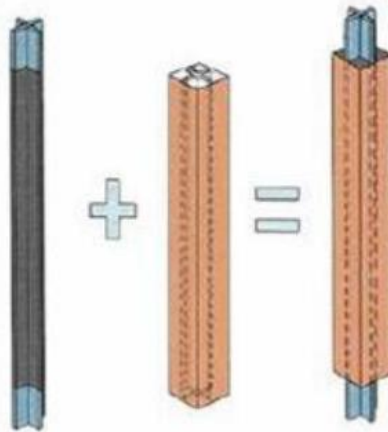
Es un amortiguador por plastificación de metales que se clasifica como "soporte no adherido". este dispositivo fue creado en Japón durante

la década de 1980 (Watanabe et al., 1988). Se compone de un centro de acero moldeado en cruz rodeado por cemento o mortero guardado. La tubería de acero está hecha de cilindros cuadrados o redondos.

Tiene una superficie deslizante entre el centro de acero y el cemento circundante, por lo que la carga del cubo es sostenida por el centro de acero y proporciona una dispersión de energía estable por plastificación bajo cargas pivotantes reversibles.

La tubería de acero y el hormigón forzado proporcionan una firmeza y resistencia a la flexión adecuadas, evitan en gran medida el agarre grande del soporte y permiten que el centro esté completamente plastificado bajo una carga pivotante reversible sin pérdida de solidez o resistencia, y evita que se retuerzan o abrochen el núcleo de acero cercano.

La imagen 6 muestra del dispositivo la geometría, y a un edificio su incorporación.



**Figura 6:** *Disipador Unbonded Brace - Geometría*  
**Fuente:** *Elaboración propia*

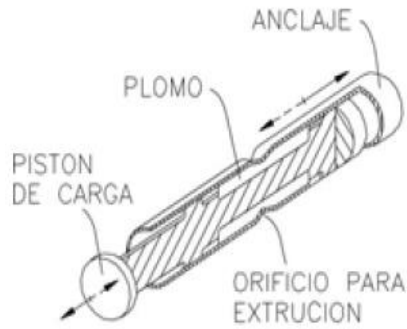


**Figura 7:** *Disipador Unbondend Brace – Incorporación a un pórtico*  
**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Disipadores por Extrusión de Metales**

La extrusión es un proceso mecánico mediante el cual los materiales blandos se deforman al pasar por los orificios. Este proceso se ha utilizado para la producción industrial de productos diversos, Robinson y Greenbank (1975) propusieron originalmente utilizarlo en la construcción de puentes de tanques en Nueva Zelanda. La imagen 7 muestra un diagrama esquemático del dispositivo, donde el alambre pasa a través de un orificio que obliga a cambiar su sección transversal, energía disipando en forma de calor

No se observa en este sistema la definida pendiente de la curva fuerza-desplazamiento, por cuanto no se suele obtener el equivalente amortiguamiento y su estudio debería ser no lineal. Pero, la ventaja obvia de esta función es que, en cada ciclo de carga, el área de disipación, está cerca del valor máximo a lograr para un dado nivel de fuerza y fluencia de desplazamiento. Skinner et al. (1993) propusieron procedimientos simples de diseño y análisis para edificios que utilizan estos dispositivos.

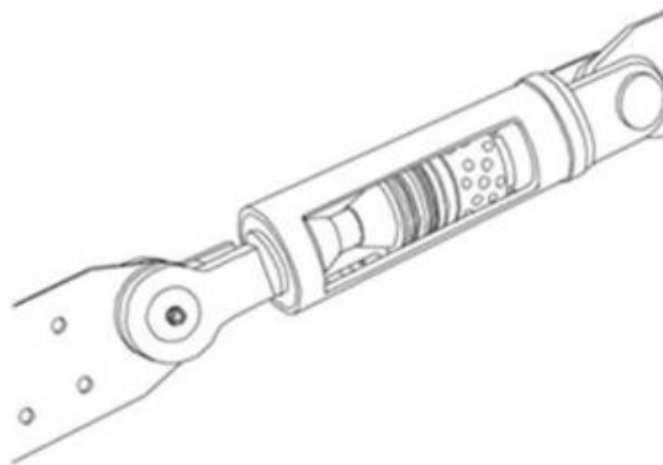


**Figura 8:** Esquema disipador por extrusión de plomo

**Fuente:** Elaboración propia

### Disipadores por Fricción FD

Los sistemas Sumitomo (que se muestran en la imagen 7) por lo general se ubican en la diagonal del portico. El sistema de fricción tiene la ventaja de generar una curva histéretica rígido-plástica, en la que en cada ciclo la energía disipada es la mayor.

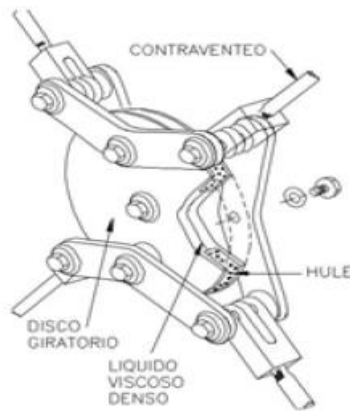


**Figura 9:** Disipador por fricción Sumitomo

**Fuente:** Elaboración propia

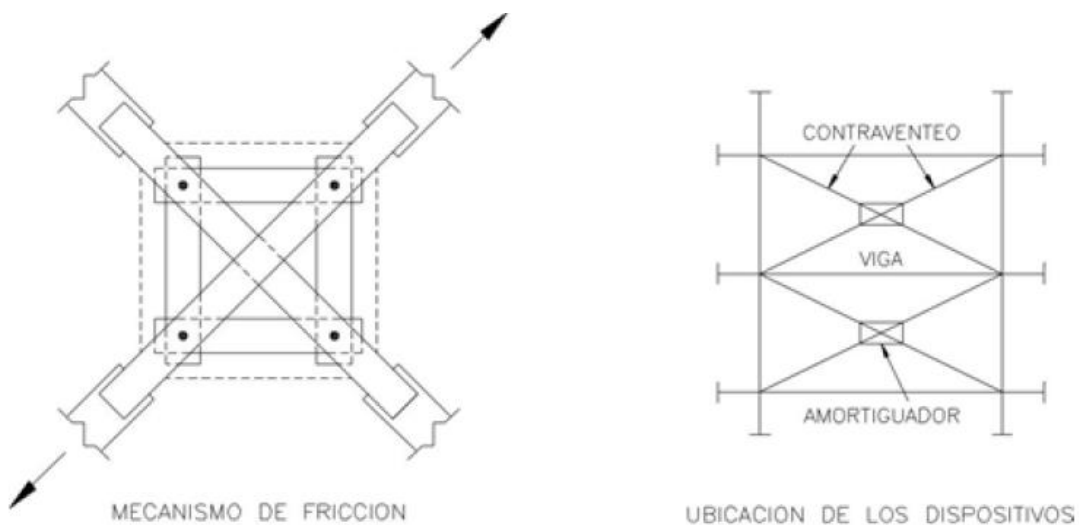
En toda conexión la fricción es igual al producto del coeficiente de fricción por la fuerza normal. Es posible utilizar, por ejemplo, una herramienta de torsión en cada conexión para cambiar la fuerza normal para producir cambios en la fricción en la altura que minimice la respuesta, aunque es difícil de garantizar en el tiempo. Por otro lado, el coeficiente de fricción cambia con la velocidad y la fuerza normal durante el deslizamiento (Bozzo y Barbat, 1999) y está relacionado

con la superficie de contacto. En materiales de teflón, el rango de variación está entre 0.05 y 0.15, mientras que, para acero en contacto con acero, el rango de variación aumenta a 0.3.



**Figura 10:** Disipador por fricción ubicado en la intersección de dos diagonales.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 11:** Disipador por fricción y Ubicación en un pórtico.

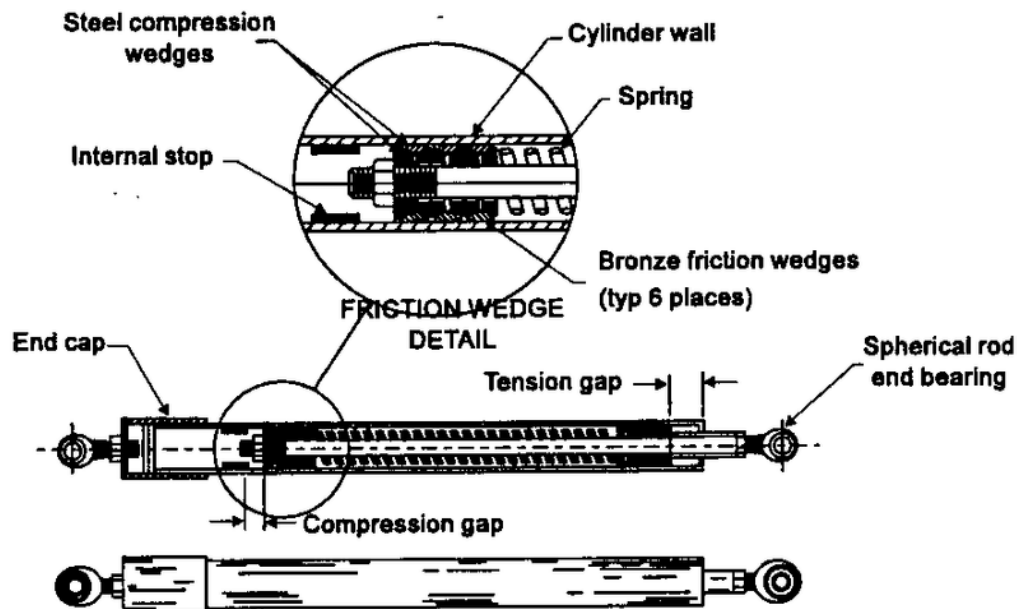
**Fuente:** Elaboración propia

El disipar energía por fricción otorga un método alternativo barato y sencillo para reducir los efectos sísmicos. En teoría, el cambiar, en cada conexión, las características histéreticas permite la búsqueda de diseños que debiliten la respuesta. También, como se mencionó anteriormente, la fricción cambia mucho durante el deslizamiento, por lo que su representación y análisis numérico son más difíciles que otros sistemas. Diversos estudios numéricos han demostrado

que, si permanece en el rango elástico lineal la estructura, el coeficiente de fricción durante el deslizamiento en la estructura con aislamiento básico no cambia significativamente; y si el edificio entra en el rango no lineal, el cambio es significativo (Bozzo y Barbat, 1995; Bozzo et al., 1996; Ordóñez et al., 2003).

Estos resultados indican que, si se va a utilizar una constante única para cada parámetro de respuesta buscado, se utiliza un valor conservador para el coeficiente de fricción. Ejemplo, para identificar el nivel máximo de ductilidad estructural, debe usarse el límite superior del coeficiente de fricción y el valor máximo de deslizamiento debe determinarse como el mínimo.

Otro tipo de disipador de energía es el limitador de Energy dissipating Restraint (EDR), desarrollado por Fluor Daniel Inc. y probado mediante experimentos. EDR se desarrolló originalmente como un dispositivo limitador de terremotos para apoyar el sistema de conducción en plantas de nuclear energía. El mecanismo del EDR es la fricción por deslizamiento en un cierto rango de movimiento, y se encuentra el final tope del rango de movimiento. La superficie de fricción del dispositivo consiste en cuñas de bronce que se deslizan sobre un cuerpo de acero y la fuerza de fricción es proporcional al desplazamiento (Aiken et al., 1993). La imagen 9 muestra los detalles externos e internos del dispositivo.



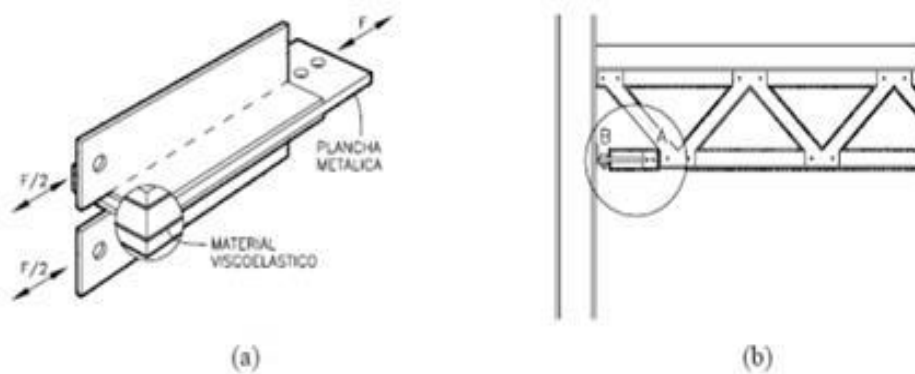
**Figura 12:** Vista externa e interna del Energy dissipating Restraint (EDR).

**Fuente:** Aiken et al., (1993)

### Disipadores Viscoelásticos (VD)

Consisten en placas de metal y materiales viscoelásticos, como se muestra en la imagen 10 (a). Estos disipadores fueron uno de los primeros que se utilizaron en edificios para controlar la vibración del viento. imagen 10 (b) se evidencia su posición en las extintas Torres Gemelas de Nueva York. El uso de estos sistemas para reducir las fuerzas sísmicas se fundamenta únicamente en el aumento de la amortiguación estructural. Las dinámicas características del edificio (como el básico período) no cambiarán significativamente.

El ancho de la histéresis define la amortiguación equivalente. Son muy efectivos para controlar la vibración, pero necesitan una cantidad grande de sistemas para reducir significativamente la vibración. Por ejemplo, en las torres gemelas, se instalaron 100 disipadores viscoelásticos en cada piso para atenuar las vibraciones del viento en el piso superior (Bozzo y Barbat, 2000).



**Figura 13:** Disipadores viscoelásticos: (a) Esquema. (b) Ubicación en las torres gemelas.  
**Fuente:** Elaboración propia

Es un factor importante, el costo bajo por unidad, de estos sistemas para promover una extensa investigación experimental (Lin et al., 1988; Aiken et al., 1990). Los estudios muestran que su uso aumenta de manera significativa la amortiguación estructural. Cabe señalar que (Pong et al. 1994) demostraron que, para utilizar estos sistemas para reducir la fuerza cortante en la cimentación, se requieren las mismas características geométricas. Además, (Soong y Mahmoodi et al.1990) señalaron que existe una gran correlación entre



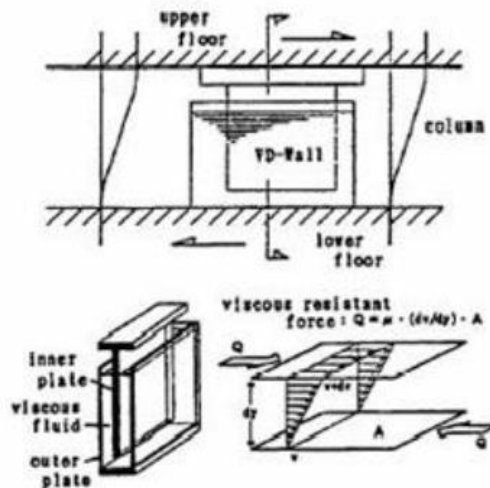
la temperatura ambiente durante la prueba y el amortiguamiento equivalente. Por otro lado, en relación con la amortiguación de diseño equivalente, el producto del cambio de temperatura y la disipación de energía durante la prueba no es importante.

La característica de histéresis de mantener estable bajo desplazamientos diferentes una pendiente permite proponer un análisis elástico lineal y modificar la amortiguación. Esta conducta tiene la ventaja de proponer procedimientos de simple diseño, similares a los procedimientos convencionales en diseño sísmoresistente. Además, con base en este comportamiento, (Soong y Mahmoodi et al 1990) propusieron procesos de mejorar el diseño de edificios utilizando los sistemas mencionados.

El viscoelástico disipador desarrollado por "Oils y Sumitomo Construcciones" en Japón es un sistema de pared denominado "Viscous damping Wall" (VDW). El equipo tiene una cubierta de acero externa instalada en el inferior piso y llena de fluido viscoso altamente. Como se muestra en la imagen 11, el recipiente de acero contiene una placa de acero unida a la cubierta superior. El nivel entre los dos de velocidad relativa produce una fuerza de amortiguación viscosa.

Los resultantes de la prueba de la mesa vibratoria del pórtico de tamaño completo de cuatro pisos con y sin VDW muestran una reducción del 66% al 80% en la respuesta del pórtico con VDW comparado con otros sin estos dispositivos (Arima et al. 1988). En 1987, se construyó un edificio de hormigón armado de cuatro pisos con muros VDW en Tsukuba, Japón. Se monitoreó la sísmica respuesta del edificio y se observó que la aceleración del edificio se redujo en un 33% a 75% con VDW (Arima et al., 1988). El sistema de VDW en una edificación de 14 pisos construido en Shizuoka, Japón, proporciona entre un 20% y un 32% de amortiguación del edificio y reduce la respuesta entre un 75% y un 80%. (Miyazaki y Mitsusaka, 1992).

La siguiente figura 14 muestra las características del sistema.



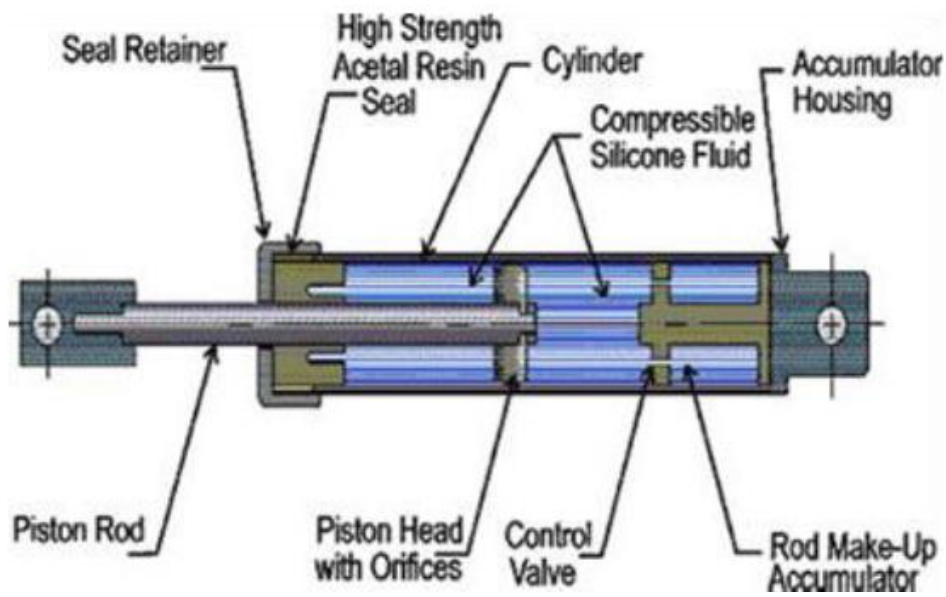
**Figura 14:** Características Viscous damping wall (VDW).

**Fuente:** Miyazaki y Mitsusaka (1992).

Taylor Devices Inc. desarrolló un dispositivo llamado Fluid Viscouse Damper, que fue investigado por Constantinou y Symans (1992). El dispositivo se comporta de manera lineal viscosa y en los movimientos de temperatura es insensible. Está equiparado con resina de silicona y cuenta con un pistón de inoxidable acero, una cabeza con un orificio de bronce y un acumulador. El flujo en el orificio es compensado por un termostato pasivo metálico que hace que el dispositivo funcione en el lapso de temperatura de -40o C a 70o C (Song y Constantinou). Pruebas experimentales en estructuras con amortiguadores de fluido sobre una mesa vibratoria muestran que el desplazamiento entre capas se reduce entre un 30% y un 70%, lo que equivale al efecto de reducción logrado por otros sistemas de disipación de energía, como la fricción plastificada de plásticos. Metal y viscoelástica.

El uso de Fluid Viscouse Damper reduce la fuerza de corte total en la parte inferior de la estructura entre un 40% y un 70% debido a su comportamiento viscoso puro, mientras que otros sistemas pasivos no pueden reducir de manera efectiva la fuerza de corte total de la estructura base (Sadek et al., 1996).

La figura 14 muestra las características internas del dispositivo en un corte transversal y a un real caso de aplicación.



a



b

**Figura 15:** *Fluid Viscouse Damper*: (a) *Características internas.* (b) *Incorporación a un pórtico de un edificio.*

**Fuente:** *Elaboración propia*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

##### Tipo de investigación:

Dankhe (1986) explica que existen cuatro tipos de investigación, los cuales son: descriptivos, exploratorios, correlacionales y explicativos.

El presente trabajo de investigación titulado “Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco”. Es una “Investigación de carácter Descriptiva”, porque lo que se modeló la edificación sin disipador de energía y añadiendo un disipador de energía del tipo SLB, ver si con este dispositivo la edificación cumpla con los parámetros del R.N.E

##### Diseño de Investigación

Esta investigación considera un diseño no experimental ya que se basó en modelar la edificación, sin disipador de energía y añadiendo el disipador de energía del tipo SLB. para posteriormente hacer el proceso de descripción y análisis, sin modificar su composición ni considerar la fase de experimento en laboratorio.

Se establece con el siguiente gráfico:



Donde:

X = Modelamiento de la edificación sin disipador de energía del tipo SLB.

A = Modelamiento de la edificación añadiendo el disipador del tipo SLB.

### **3.2. Variables y operacionalización.**

#### **Primera Variable:**

Edificación sin disipador de energía Shear Link Boozo

#### **Definición conceptual:**

Consiste en el modelamiento de una edificación para ver su comportamiento durante un eventual sismo (Bozzo y Barbat, 1999).

#### **Definición operacional:**

La evaluación de la condición de la estructura se realizará mediante el llenado de una ficha de inspección y de algunos ensayos no invasivos, procesados por el software ETAPS.

#### **Segunda variable:**

Edificación con disipador de energía Shear Link Bozzo

#### **Definición conceptual:**

Consiste en el modelamiento de una edificación para ver su comportamiento durante un eventual sismo, añadiendo el disipador de energía Shear Link Boozo (Bozzo y Barbat, 1999).

#### **Definición operacional:**

La evaluación de la condición de la estructura se realizará mediante el llenado de una ficha de inspección y de algunos ensayos no invasivos, procesados por el software ETAPS.

**Tabla 1**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Edificación sin disipador de energía del tipo SLB.	Consiste en el modelamiento de una edificación de 5 pisos para ver su comportamiento durante un eventual sismo.	La evaluación de la condición de la estructura se realizó mediante el llenado de una ficha de inspección y de algunos ensayos no invasivos, estos datos son ingresados al ETAPS para ser procesados por el software	Características de la edificación	GEOMETIA DE LA EDIFICACION IRREGULARIDAD EN PLANTA IRREGULARIDAD EN ALTURA RESISITENCIA DEL CONCRETO TIPO DE SUELO DIAMETRO DE LAS BARRAS DE ACERO DIRECCION DE LA LOSA TIPO DE EDIFICACION SISTEMA ESTRUCTURAL	NOMINAL
Edificación con disipador de energía del tipo SLB.	Consiste en el modelamiento de una edificación añadiendo el disipador del tipo SLB	Modelamiento de la estructura añadiendo el disipador de energía del tipo SLB en el software ETABS	Características de la edificación y especificaciones técnicas del disipador de energía del tipo SLB	GEOMETIA DE LA EDIFICACION IRREGULARIDAD EN PLANTA IRREGULARIDAD EN ALTURA RESISITENCIA DEL CONCRETO TIPO DE SUELO DIAMETRO DE LAS BARRAS DE ACERO DIRECCION DE LA LOSA TIPO DE EDIFICACION SISTEMA ESTRUCTURAL ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DISIPADOR	NOMINAL

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

En este estudio estuvo conformada por las edificaciones de San Sebastián, provincia del Cusco.

Los criterios de inclusión que tomamos en cuenta son: que la edificación haya sido realizada sin asesoramiento técnico de un ing. Civil y sin la licencia de construcción respectiva.

Los criterios de exclusión son: que cuenten con licencia de construcción y que un ing. Civil haya participado en la construcción de la edificación.

En la presente investigación se seleccionamos como muestra la edificación ubicada en la urb. Tupac amaru N1-A, San Sebastián, Cusco.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para nuestra recolección de datos realizamos una inspección insitu de la edificación, donde precedimos a tomar medidas de los componentes estructurales y observar las características geométricas de dicha edificación, con una ficha de inspección; utilizamos el esclerómetro para obtener la resistencia del concreto, también se realizó un croquis para poder ubicar en el plano los componentes estructurales.

### **3.5. Procedimientos**

El desarrollo de la investigación, se inició con identificar la problemática en el edificio de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, Cusco, para lo cual se realizó un trabajo de investigación que constó solicitar el permiso y autorización los propietarios del predio, se efectuó la recopilación de datos, para lo cual se usó el llenado de una ficha de inspección y de algunos ensayos no invasivos, procesados por el software ETAPS, comprobándose la hipótesis general.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los datos recogidos en esta investigación fueron analizados y contrastados con la hipótesis general, la misma que se fue corroborada, siendo aceptada la hipótesis alterna y rechazada a hipótesis nula.

Para este análisis se hizo uso de una estadística descriptiva, presentándose los resultados en tablas y figuras estadísticas, procesadas por el programa Excel 2019 por el software ETAPS.

### **3.7. Aspectos éticos**

En esta investigación se cumplió con los aspectos éticos preponderantes, así al momento de plasmar la información se respetó los derechos del autor, citando debidamente y considerando las normas APA, también se coordinó con los propietarios de la construcción del edificio de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, San Sebastián, provincia del Cusco, Departamento del Cusco, para aplicar la investigación, además al momento de citar teorías que tienen que ver con el tema y los antecedentes y la propiedad intelectual se respetó considerando a sus autores.

También se tuvo en cuenta el anonimato de los participantes de la investigación y se redactó cumpliendo estrictamente con las normas APA 7ª edición.



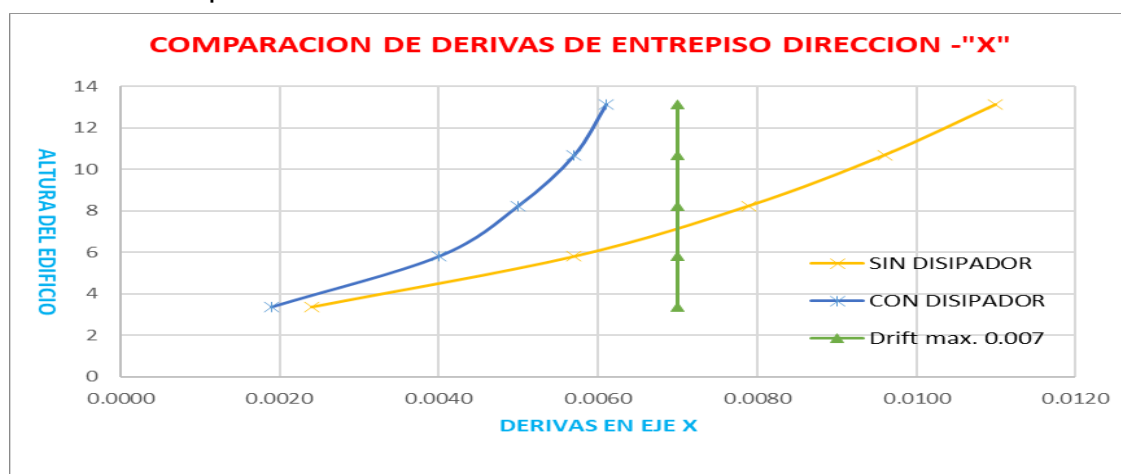
## IV. RESULTADOS:

### Análisis e interpretación de resultados:

### Comparativo de las derivas de la estructura con y sin disipadores tipo SLB

#### Sismo en dirección X:

Se hizo la comparación las derivas de entrepiso de la edificación reforzada para sismos con disipadores SLB y de otra edificación sin sísmico reforzamiento. Se evidencia que la deriva de entrepiso de la edificación con sísmico reforzamiento es inferior a la considerada por la Norma Técnica Peruana E.030. La reducción en su máximo punto es de un 52.10%.



**Figura 16:** Derivas de entrepiso – Dirección X.

**Fuente:** Elaboración propia

En la estructura, las derivas de entrepiso, reaccionaron posterior al reforzamiento sísmico con disipadores SLB, en el edificio de 5 pisos de la urb. Tupac amaru N-1, Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, logrando hasta un 59.7% de reducción en la dirección X.

#### Tabla 2:

Porcentaje de reducción de derivas de entrepiso por nivel – Dir. X en el edificio de 5 pisos de la URB. Tupac Amaru N-1, San Sebastián, Cusco

Nivel	Estructura sin disipadores	Estructura con disipadores	Reducción
Nivel 5	0.0110	0.0061	44.13%
Nivel 4	0.0096	0.0057	40.75%
Nivel 3	0.0079	0.0050	36.34%
Nivel 2	0.0057	0.0040	30.20%

Nivel 1	0.0024	0.0019	19.71%
---------	--------	--------	--------

Fuente: *Elaboración propia*

### Sismo en dirección Y:

Se hizo la comparación del edificio sin reforzamiento sísmico con derivas de entrepiso del edificio sísmicamente reforzado con disipadores SLB. Se evidencia que la del entrepiso con sísmico reforzamiento es inferior a lo considerado por la Norma Técnica Peruana E.030. En su máximo punto, la reducción es de un 52.03%

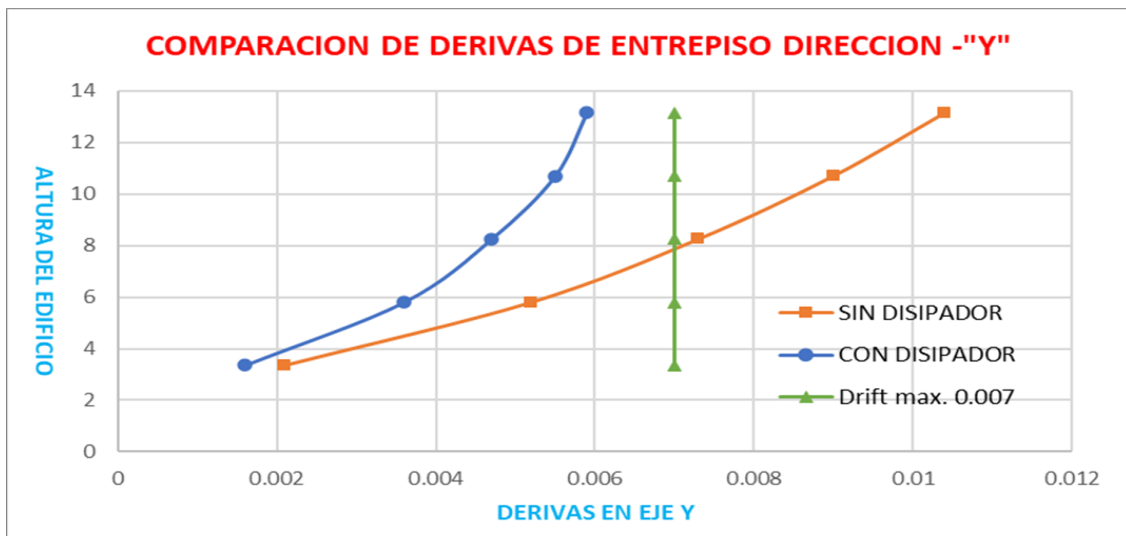


Figura 17: *Derivas de entrepiso - Dirección Y*

Fuente: *Elaboración propia*

En la estructura, las derivas de entrepiso han disminuido posterior al reforzamiento con disipadores SLB, logrando en la dirección X, hasta un 42.84% de reducción.

### Tabla 3:

*Porcentaje de reducción de derivas de entrepiso por nivel – Dir. Y en el edificio de 5 pisos de la URB. Tupac Amaru N-1, San Sebastián, Cusco*

Nivel	Estructura sin disipadores	Estructura con disipadores	Reducción
Nivel 5	0.0104	0.0059	42.84%
Nivel 4	0.0090	0.0055	39.41%
Nivel 3	0.0073	0.0047	35.34%
Nivel 2	0.0052	0.0036	30.50%
Nivel 1	0.0021	0.0016	23.65%

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.1.2. Comparación de períodos de la estructura sin y con reforzamiento

Los periodos de la estructura se modificaron posterior al sísmico reforzamiento con disipadores SLB, logrando hasta un 44.0% de reducción

**Tabla 4:**

*Porcentaje de reducción de periodos con respecto a cada modo, en el edificio de 5 pisos de la URB. Tupac Amaru N-1, San Sebastián, Cusco*

<b>Modo</b>	<b>Periodo sin disipadores</b>	<b>Periodo con disipadores</b>	<b>Reducción</b>
1	2.471	1.542	37.60%
2	2.247	2.247	44.01%
3	0.665	0.647	2.71%
4	0.521	0.407	21.88%
5	0.502	0.346	31.08%
6	0.208	0.190	8.65%
7	0.202	0.180	10.89%
8	0.191	0.167	12.57%
9	0.125	0.118	5.60%
10	0.116	0.106	8.62%
11	0.110	0.103	6.36%
12	0.083	0.079	4.82%

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 4.1.3. Porcentaje de energía que toman los disipadores con respecto a la estructura global

El pensamiento de diseño sismo resistente asevera que la estructura quien sea que logre el 100% de las sísmicas cargas. La estructura sísmicamente reforzada no solamente menora las derivas de entre piso, sino que la estructura es protegida, minimizando en energía disipada, el porcentaje, por los estructurales elementos (vigas y columna) de 100% hasta 40%.

#### **Eventos sísmicos en dirección X:**

En el eje X la capacidad para absorber de los dispositivos se dio en 44.8% y el promedio de absorción fue de 35.0%

**Tabla 5:***Porcentaje de energía de disipación EO (Este – oeste)- Dir. X*

<b>Porcentaje de energía de disipación EO (Este – oeste) - Dir. X</b>		
<b>Evento sísmico</b>	<b>Energía disipada por la estructura</b>	<b>Energía disipada por los disipadores</b>
Lima 1966	55.20%	44.80%
Lima 1974	72.30%	27.60%
Ica 2007	59.70%	40.00%
Chimbote 1970	66.60%	33.30%
Chile 1975	67.70%	32.10%
Sismo Arf. 8.5 (Richter)	65.20%	34.80%
Sismo Arf. 9.0 (Richter)	67.60%	32.40%
<b>Promedio</b>	<b>64.90%</b>	<b>35.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia***Eventos sísmicos en dirección Y:**

La absorción de los disipadores, en el eje y llegó a 58.5% y el promedio de la absorción fue de 49.0%

**Tabla 6:***Porcentaje de energía de disipación NS (Norte-sur)- Dir. X*

<b>Porcentaje de energía de disipación NS (Norte-sur) - Dir. X</b>		
<b>Evento sísmico</b>	<b>Energía disipada por la estructura</b>	<b>Energía disipada por los disipadores</b>
Lima 1966	45.80%	54.20%
Lima 1974	51.80%	48.00%
Ica 2007	41.30%	58.50%
Chimbote 1970	57.80%	42.00%
Chile 1975	51.00%	48.90%
Sismo Arf. 8.5 (Richter)	53.50%	46.40%
Sismo Arf. 9.0 (Richter)	54.70%	45.20%
<b>Promedio</b>	<b>53.30%</b>	<b>49.03%</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.1.4. Contrastación de hipótesis:

##### Hipótesis general:

---

La estructura de la actual edificación cumple con los parámetros normativos de la R.N.E.	Luego del análisis de los resultados del modelamiento la estructura actual no cumple con los parámetros especificados por la NTP E.030.
--	---

---

##### Hipótesis específicas:

---

Añadiendo un disipador de energía del tipo SLB, la estructura de la edificación actual cumplirá con los parámetros normativos de la R.N.E.	Al añadir el disipador de energía del tipo SLB, la edificación cumple con los parámetros normativos de la R.N.E.
Si se usa disipadores de tipo SLB, entonces será posible las derivas de entrepiso reducir entre un 10% a 40%	Las derivas de entrepiso se redujeron entre un 19.7% a 44,13% por medio del sísmico reforzamiento con disipadores tipo SLB.
Si se usa disipadores de tipo SLB, entonces se podrá minimizar el período de vibración entre un 10% a 30%, según la cantidad y disposición del mismo en la estructura.	En la estructura, su periodo, se reduce en un 37.6% en el 1° modo, 44.0 % en el 2° modo y 2.7% en el 3° modo.
Si se usa disipadores SLB entonces será posible receptionar una cantidad de sísmica energía entre un 20% a 30%, según la cantidad y disposición del mismo en la estructura.	La energía sísmica que recibieron los disipadores Shear Link Bozzo (SLB), ha sido estimada en un rango de 27.6% a 58.5%

---

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

En este capítulo se analizan y discuten los resultados, antecedentes y bases teóricas, considerando desde lo general hasta lo particular, para lo cual se tendrán los objetivos son considerados, partiremos del objetivo general: Determinar cómo el modelamiento de un edificio utilizando un dissipador de energía del tipo Shear link Bozzo mejora el comportamiento sísmico, ubicado en la urbanización Tupac Amaru N-1, de Cusco. Los resultados indican que la sísmica respuesta de la estructura sísmicamente reforzada con dissipadores tipo Shear Link Bozzo (SLB) cumple con la expectativa en sísmicamente reforzar la estructura en las derivas de entrepiso y proteger la global estructura. Por ello citamos a Aguiar, Rodríguez y Mora (2016) quienes sostienen que, en los últimos años, una gran parte de la exploración, que se ha realizado sobre la conducción primaria de estructuras en zonas sísmicas, se ha centrado en la mejora de los marcos de control seguro de temblores, tanto para el plan antisísmico de nuevos desarrollos como para la restauración de estructuras dañadas por estas maravillas. Esto como una opción en contraste con la configuración de temblor ordinaria dependiente de las ideas de flexibilidad y exceso primario, que permiten disminuir fundamentalmente los poderes iniciados por un terremoto extremo. En cualquier caso, con la disminución de estas potencias, se está reconociendo que la construcción sufrirá daños de cierta extensión cuando se produzca un temblor excepcional, ya que obligarán al diseño a trabajar en el tramo no recto con la consiguiente plastificación de una parte de sus componentes.

En cuanto a la discusión del objetivo específico: Determinar cómo el uso de los dissipadores de tipo SLB reducen las derivas de entrepiso entre un 10% a 40%. Los resultados indican es inferior a la sustentada por la Norma Técnica Peruana E.030. En su punto máximo, la reducción es de un 52.10%. Las derivas de entrepiso del edificio cambiaron después de reforzar sísmicamente con dissipadores SLB, logrando hasta un 44.130% de reducción en la dirección X. Las derivas de entrepiso del edificio cambiaron posterior al sísmico reforzamiento con dissipadores SLB, obteniendo hasta un 42.84% de reducción en la dirección Y. Se concuerda con Bozzo, Aguiar, Mora, Caiza, Silva & Coyago (2016) afirman que los marcos primarios de control, distintos a los anteriores, concentran el daño

que puede ocurrir por la actividad de un temblor extremo, en componentes o asociaciones específicas que pueden ser suplantadas sin esfuerzo y cuya decepción no compromete el bienestar mundial de las construcciones o el impacto del desarrollo sísmico puede ser redirigido desde el diseño a diferentes componentes poco comunes para él, por lo que las vibraciones provocadas por la actividad del terremoto no dañan las estructuras y pueden amortiguarse, sin dañar la construcción fundamental. Otro activo utilizado por esta estrategia es el control con dispositivos mecánicos que aplican poderes de respuesta que controlan la actividad sísmica en los diseños.

Para la discusión del objetivo específico: Determinar cómo el uso de disipadores de tipo SLB reduce el período de vibración entre un 10% a 30%, según la disposición y cantidad de el mismo en la estructura. Los resultados indican que el periodo de la estructura se reduce en un 37.60% en el primer modo, 44.0 % en el segundo modo y 2.7% en el tercer modo. Según Arriaga (2018) estos disipadores son dispositivos instalados en el interior de un edificio y conectados a su estructura de tal forma que al vibrar deforman y disipan energía. Estos dispositivos se utilizan principalmente para atenuar la vibración horizontal transmitida al edificio por la acción sísmica. A diferencia del aislamiento básico, los absorbedores de energía también se pueden utilizar para las vibraciones horizontales causadas por el viento y se pueden utilizar en situaciones en las que no se dispone de un aislamiento básico, como en suelos blandos y edificios muy delgados

En la discusión del objetivo específico: Determinar como el uso de disipadores de tipo SLB permite recibir un porcentaje de energía sísmica entre un 20% a 30%, según la disposición y cantidad de el mismo en la estructura. Los resultados indican que La energía sísmica que recibieron los disipadores tipo Shear Link Bozzo (SLB), ha sido calculada en un rango de 27.6% a 58.5%. Por ello citamos a Bozzo (2017) quien sostiene que los disipadores de energía son similares a los aislantes básicos hasta cierto punto, pero la diferencia es que no necesitan soportar el peso de la estructura, por lo que pueden ser más simples, más baratos y más pequeños. De hecho, se recomienda incorporarlos posteriormente en el resto de la estructura para reducir la carga vertical que soportan, lo que reduce su capacidad de disipar energía. Para mejorar la

eficiencia, los disipadores deben tener las siguientes cualidades: alta capacidad de consumo de energía; fácil de reemplazar si se dañan con un fuerte movimiento sísmico; simple; económico; robusto y de bajo mantenimiento o sin mantenimiento; confiabilidad y durabilidad. Es importante que, para pequeños desplazamientos del elemento, se produzca el inicio de la disipación de energía.



## VI. CONLCLUSIONES:

1. La respuesta sísmica del edificio de 5 pisos reforzado sísmicamente con disipadores tipo SLB, ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, cumple con lo esperado en reforzar la estructura en las derivas de entrepiso protegiendo así la estructura global.
2. Se redujeron las derivas de entrepiso entre un 19.7% a 44,13% a través del uso de disipadores tipo SLB, para el reforzamiento sísmico del edificio de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, del Cusco.
3. El periodo de la estructura se reduce en un 37.60% en el primer modo, 44.01 % en el segundo modo y 2.71% en el tercer modo, en el edificio de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, del Cusco.
4. En el edificio de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac amaru N-1, del Cusco, la energía sísmica recibido por los disipadores tipo Shear Link Bozzo (SLB), fue calculada en un rango de 27.06% a 58.05%

## **VII. RECOMENDACIONES:**

1. Considerando los resultados de esta investigación el reforzamiento sísmico de la estructura con disipadores tipo SLB, es muy recomendable y necesaria para que los propietarios realicen dicho refuerzo, para elevar el comportamiento sísmico de la edificación.
2. Considerando los resultados de esta investigación el reforzamiento sísmico de la estructura con disipadores tipo SLB, es muy recomendable y necesaria para que los propietarios realicen dicho refuerzo, para optimizar el comportamiento sísmico de la edificación.

## REFERENCIAS

- Aguiar, R. (2016). *Análisis sísmico de Bloque Estructural 4 de UFA-ESPE con disipadores de energía Shear Link Bozzo*. Ciencia, 18(2).
- American Institute of steel construction (AISC) (2005). *Steel construction manual* (13th edition). Estados Unidos.
- American Institute of steel construction (AISC) (2006). *Steel construction manual* (14th edition). Estados Unidos
- Blanco, A. (1991). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*, Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil, Lima.
- Bocanegra, F. (1999). *Bases Metodológicas de la Investigación Científica*, Editorial Publicencia, Trujillo. 140p.
- Boza, Z. y Galán, D. (2013). *Diseño de un edificio aporticado con disipadores en arreglo Chevron*. (Tesis). Lima: PUCP
- Bozzo, L. y Barbat, A. (2000). *Diseño Sismorresistente de Edificios – Técnicas Convencionales y Avanzadas*, Editorial Reverté, Barcelona. 150
- Chopra, A. (2014). *Dinámica de Estructuras* (Cuarta Edición), Pearson Educación, México.
- Díaz, M. (2014). *Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos* (Tesis). Trujillo: UPAO.
- Federal Emergency Management Agency FEMA (2015) *Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings – NEHRP*. FEMA273 - 274. Washington, D.C.
- Harmsen, T. (2005) *Diseño de estructuras de concreto armado*. (Cuarta Edición). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hwang, J. (2002) *Seismic Design of Structures with Viscous Dampers*. Taiwan.

- Morales, L. y Contreras, J. (2012). *Protección de una edificación existente con disipadores de energía*. (Tesis). Lima: PUCP.
- Morales, R. (2002). *Diseño en Concreto Armado*. Instituto de la Construcción y Gerencia. ICG.
- Muñoz, A. (2009). *Ingeniería Sismorresistente*, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Oviedo, R. (2008). *Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras*. (Tesis de Maestría). Lima: UNI.
- Paz, M. (1992). *Dinámica Estructural*, Editorial Reverté. Barcelona
- Ramírez, U. & Vásquez, R. (2017). *Criterios técnicos orientados a la elaboración de un código de diseño sísmico utilizando la metodología por desempeño basado en el método de análisis por desplazamientos para sistemas de marcos de concreto reforzado* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Structural Engineers Association of California (SEAOC, 1996). *Recommended Lateral Force Requirements and Comentary*, California.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. Matriz de Consistencia

### *Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco*

PROBLEMA GENERAL Y ESPECIFICOS	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPOTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	1. VARIABLE INDEPENDIENTE	CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION	GEOMETIA DE LA EDIFICACION	<b>Tipo:</b> Descriptiva <b>Enfoque:</b> cualitativo <b>Diseño:</b> No Experimental <b>Técnica:</b> Inspección Insitu <b>Instrumento:</b> Ficha de Inspección
¿Cuál es el análisis estructural de una edificación de 5 pisos para evaluar su comportamiento sísmico, ubicado en la urb. Tupac Amaru N - 1, Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento Cusco?	Evaluar el comportamiento sísmico actual de una edificación de 5 pisos ubicado en el Distrito de San Sebastián, Provincia del Del Cusco, Departamento del Cusco	la estructura de la edificación actual cumple con los parámetros normativos de la R.N.E	Edificación sin disipador de energía del tipo SLB.		IRREGULARIDAD EN PLANTA	
					IRREGULARIDAD EN ALTURA	
					RESISTENCIA DEL CONCRETO	
					TIPO DE SUELO	
					DIAMETRO DE LAS BARRAS DE ACERO	
					DIRECCION DE LA LOSA	
					TIPO DE EDIFICACION	
				SISTEMA ESTRUCTURAL		
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	2. VARIABLE DEPENDIENTE	CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DISIPADOR DE ENERGIA DEL TIPO SLB	GEOMETIA DE LA EDIFICACION	<b>Población:</b> Ciudad del Cusco <b>Muestra:</b> Urb. Tupac Amaru N-1
¿Cuál es el comportamiento sísmico de una estructura de edificación de 5 pisos ubicado en la urb. Tupac Amaru N - 1, Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco, añadiendo el disipador de energía del tipo SLB.?	Modelar con el Software ETABS la edificación de 5 pisos ubicado en el Distrito de San Sebastián, Provincia del Del Cusco, Departamento del Cusco, añadiendo el disipador de energía del tipo SLB	añadiendo un disipador de energía del tipo SLB, la estructura de la edificación actual cumplirá con los parámetros normativos de la R.N.E	Modelamiento de la edificación añadiendo el disipador de energía del tipo SLB utilizando el software ETAPS.		IRREGULARIDAD EN PLANTA	
					IRREGULARIDAD EN ALTURA	
					RESISTENCIA DEL CONCRETO	
					TIPO DE SUELO	
					DIAMETRO DE LAS BARRAS DE ACERO	
					DIRECCION DE LA LOSA	
					TIPO DE EDIFICACION	
					SISTEMA ESTRUCTURAL	
				ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL DISIPADOR		

## ANEXO 2.

### FICHA DE INSPECCION

NOMBRE DEL PROPIETARIO:						
DISTRITO:		PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:		
DIRECCION:						

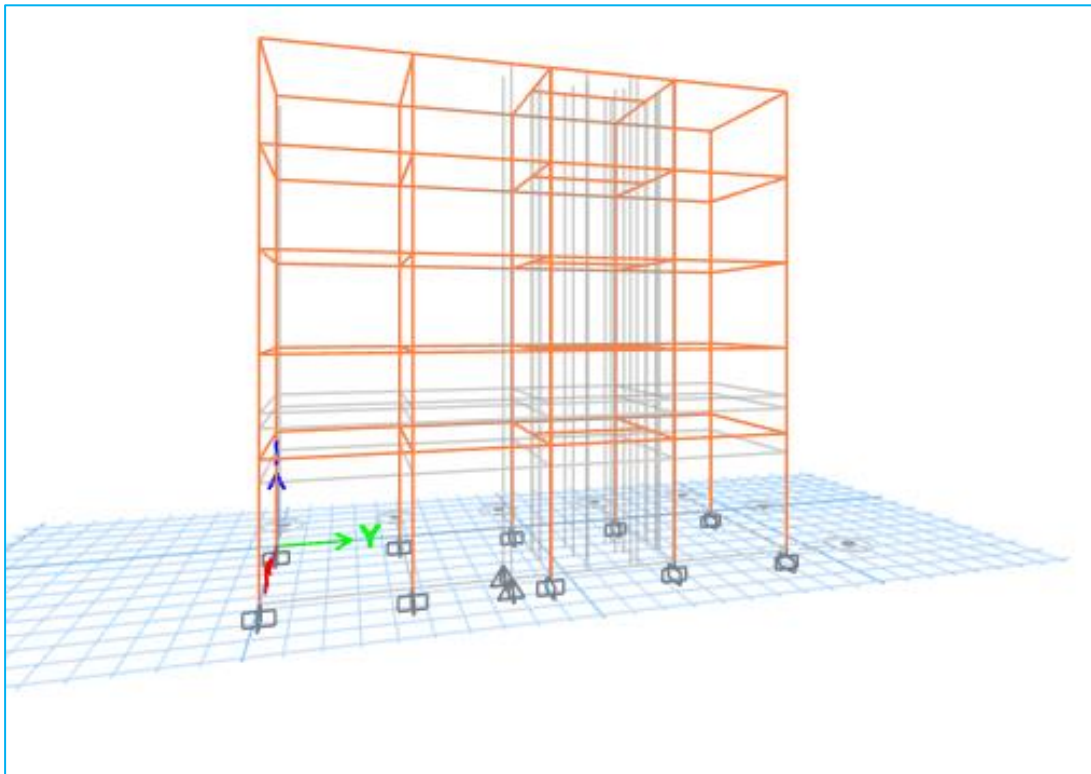
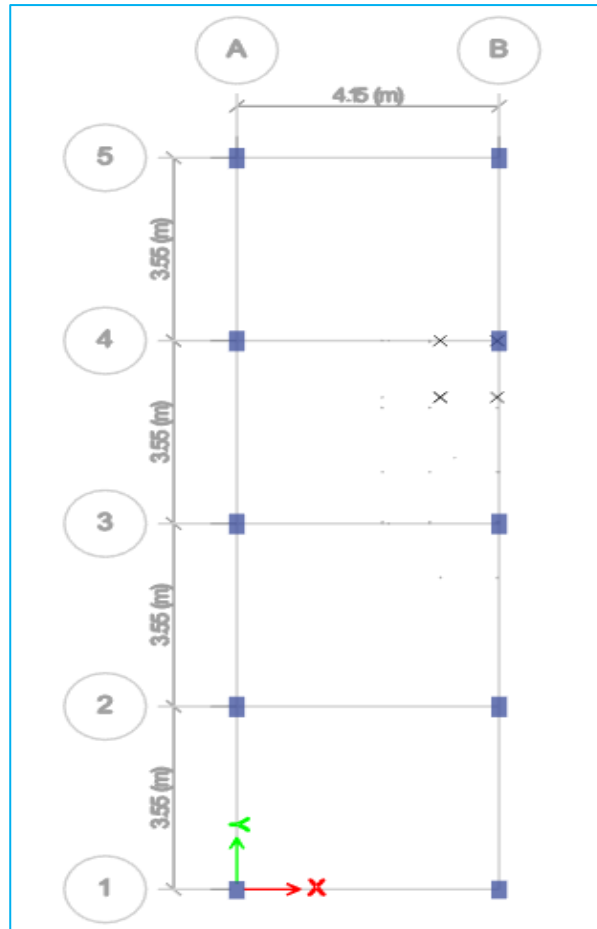
AÑO DE CONSTRUCCION:		AREA DEL TERRENO:		PRESENCIA DE SOTANO:	
NUMERO DE PISOS:		AREA CONSTRUIDA:			

CONSTRUCCION CON ASESORAMIENTO DE UN INGENIERO CIVIL:		
TIPO DE CIMENTACION:		
TIENEN PLANOS:		

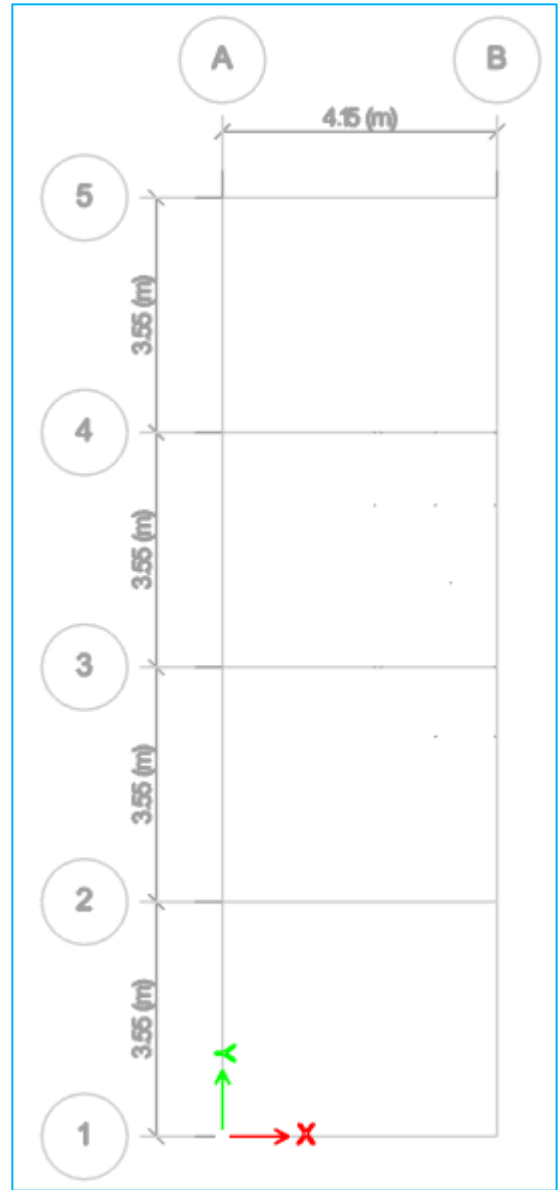
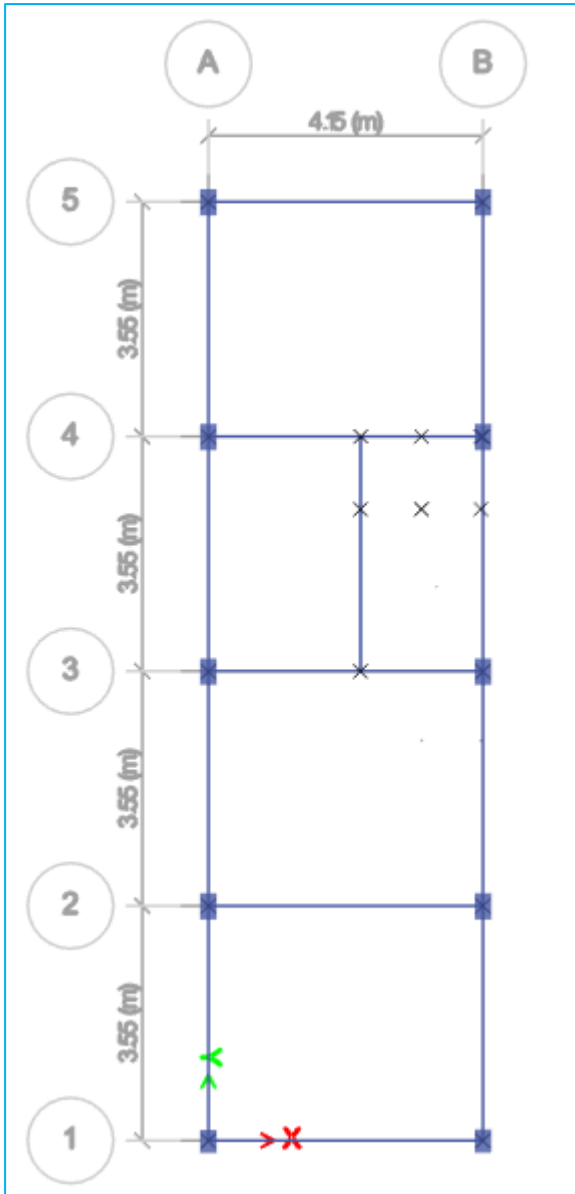
NUMERO DE PISO	ELEMENTO	DIMENSIONES DE COLUMNAS			NUMERO DE PISO	EJES ENTRE	DIMENSIONES DE VIGAS		
		LARGO	ANCHO	ALTURA			LARGO	ANCHO	ALTURA
NOTA:					NOTA:				

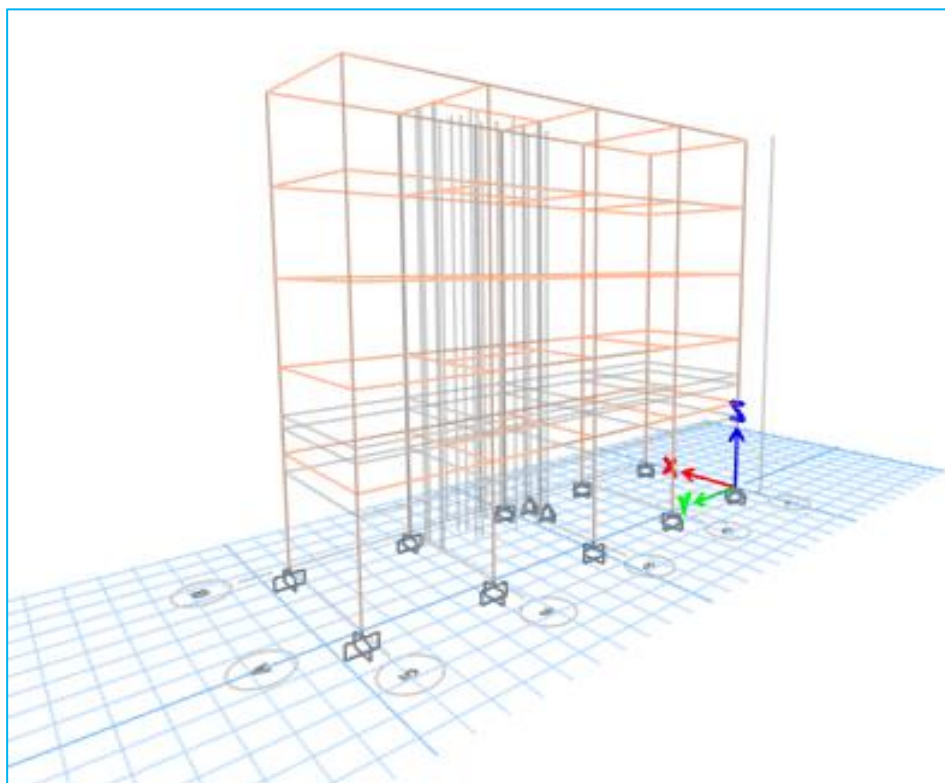
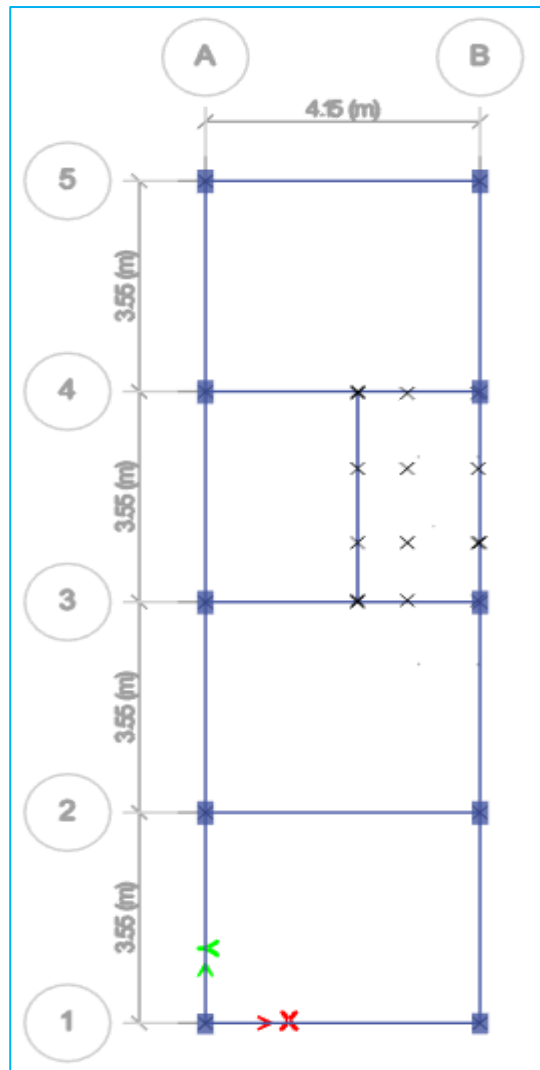
SISTEMA ESTRUCTURAL:					
CATEGORIA DE LA EDIFICACION:					
IRREGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA:	PLANTA				
	ALTURA				
PROPIEDADES DEL ACERO:					
RESISTENCIA CONCRETO (ESCLEROMETRO):					
ZONA SISMICA:			N°	X u Y	
DIRECCION DE LA LOSA	PISO:				
	PISO:				
	PISO:				
	PISO:				
	PISO:				

### ANEXO 3: Análisis (ETBS)










## ANEXO 4.

	<b>INGENIERIA, GEOTECNIA &amp; CONSTRUCCION</b> <b>ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS</b>	Realizado por: A.A.Y
	<h1 style="margin: 0;">Perfil Estratigráfico</h1>	Revisado por: M.B.E
		Fecha: 12/01/2021


  

PROYECTO	( E.M.S. MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO (URB. TUPAC AMARU N-1)
DISTRITO	SAN SEBASTIAN
PROVINCIA	CUSCO
DEPARTAMENTO	CUSCO
SOLICITANTE	( BACH: ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH: JESUS ALEJO PALZA ORTEGA

CALICATA Nro.	C-01	Ejecución de calicata y muestreo de terreno natural.
PROFUNDIDAD	3.00m	
Coordenada N y S		
Cota		


	Simbología	Descripción Visual
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold; margin-right: 5px;">PERFIL EDATOFOLÓGICO</div>  </div>	CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, Grava 10.8%, Arena 37.3 %, Fines 51.9%

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

Humedad Natural	23.39	
Limite Líquido	33.39	
Índice Plástico	11.68	
Clasif. SUCS	CL	
Clasif. AASHTO	A-6 (3)	
Densidad Natural	1.785	
Q (adm) adoptado Kg/cm <sup>2</sup>	0.91	
Estado del Suelo	compacto	





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

Análisis Mecánico por Tamizado y  
Límites de atterberg

Fecha

12/01/2021

PROYECTO : E.M.S. MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO (URB. TUPAC AMARU N-1)

DISTRITO : SAN SEBASTIAN

PROVINCIA : CUSCO

DEPARTAMENTO : CUSCO

SOLICITANTE : RICHARDO ALBERTO VARGAS GUILLEN Y RICHARDO JESUS ALBERTO PÉREZ ORTIZ

**Granulometría (MTC E 107)**

**Humedad Natural**

**Datos de ensayo**

Peso Total : 951.6 P.M.H. = 1473.4  
Peso de fracción : P.M.S. = 1194.1  
Peso de muestra lavada : % W = 23.4

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	mm.	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050			100.0	
1/2"	12.700	15.1	1.6	98.4	
3/8"	9.525	19.6	2.1	96.3	
1/4"	6.350	40.5	4.3	92.0	
No4	4.760	27.0	2.8	89.2	
8	2.360	38.6	4.1	85.1	
10	2.000	60.0	6.3	78.8	
16	1.190	63.3	6.7	72.1	
30	0.600	70.6	7.4	64.7	
40	0.420	32.8	3.4	61.3	
50	0.300	21.2	2.2	59.1	
100	0.149	20.0	2.1	57.0	
200	0.074	48.9	5.1	51.9	
< 200		494.0	51.9	100	

**Límite Líquido (MTC E-110 / ASTM D-4318)**

Ensayo	1	2	3
Nº de Golpes	25	26	18
Recipiente N°	16	21	13
R + Suelo Hum.	22.40	21.70	23.00
R + Suelo Seco	20.37	19.81	20.70
Peso Recip.	14.00	14.16	13.90
Peso Agua	2.03	1.89	2.30
Peso S. Seco	6.31	5.65	6.71
% de Humedad	32.17	33.45	34.28

**Límite Plástico (MTC E-111 / ASTM D-4318)**

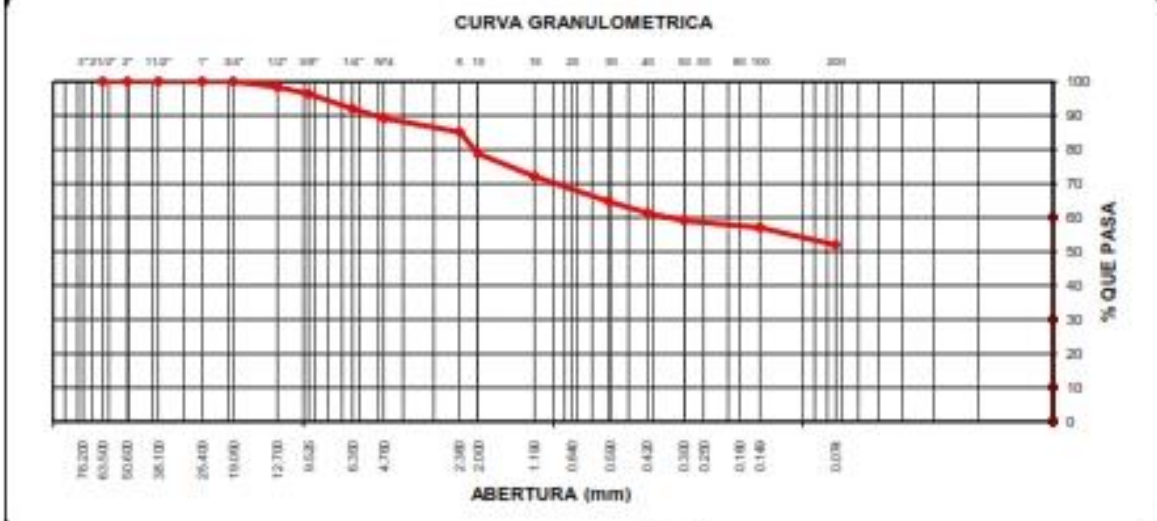
Ensayo	1	2	
Recipiente N°	26	3	
R + Suelo Hum.	17.80	17.93	
R + Suelo Seco	15.90	16.03	
Peso Recip.	7.21	7.33	
Peso Agua	1.90	1.88	
Peso S. Seco	8.69	8.72	
% de Humedad	21.86	21.56	21.71



Clasificación SUCS : CL  
Clasificación AASHTO : A-6 (3)

L.L. : 33.39  
LP : 11.68

Dens. Natural : 1.785  
Hum. Natural : 23.4



OBSERVACIONES :

INGENIERIA & CONSTRUCCION  
Rolando Mendoza Rojas  
Ingeniero Civil  
CIP 15860



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

## Contenido de Humedad

Fecha:  
12/01/2021

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

PROYECTO : E.M.S. MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO (URB. TUPAC AMARU N-1)  
DISTRITO : SAN SEBASTIAN  
PROVINCIA : CUSCO  
DEPARTAMENTO : CUSCO  
SOLICITANTE : BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA

### MUESTRA N°1

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	1473.4			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	1194.1			
PESO DEL AGUA	279.3			
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO	1194.1			
% DE HUMEDAD	23.4			
PROMEDIO				23.4

### MUESTRA N°2

N° RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL RECIPIENTE				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
PROMEDIO				

INGENIO ANDES I.T.R.I.  
Rolando Mancoske Rojas  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 51650

Observaciones:





INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### Cálculo de Capacidad Portante

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

Fecha:  
12/01/2021

PROYECTO	E.M.S. MEZCLAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISPOSITIVO DE ENERGIA TIPO SWAMP LINK SOCO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO EN CLASCO (LINE. TUPAC AMARU S.T.)
DISTRITO	SAN BERNABE
PROVINCIA	CLASCO
DEPARTAMENTO	CLASCO
SOLICITANTE	SECH. ALBERTO VARGAS GUILLEN Y SECH. JESUS ALDO FELDA ORTIZ

#### DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra:	Terrazo de Fundación	Estructura :	Zapata
Clasificación SUCS:	CL	Muro Tipo :	
Clasificación AASHTO:	A-6 (3)	Densidad Natural:	1.705
Límite Líquido (%):	33.39	Cohesión Efectiva:	0.17
Índice de Plasticidad:	11.65	Ángulo de Fricción Interna	18.2
% Pasa Tamiz N° 200 :	51.8	Humedad Natural:	23.4

CALCATA N° 01 (RESERVORIO)

#### Teoría de Terzaghi:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot a_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot a_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot a_y \cdot d_y \cdot i_y$$

Donde:	DATOS
$q_{ult}$ : Capacidad de carga última	$B = 1.50$ m.
$B$ : Ancho de Zapata (m)	$L = 1.50$ m.
$L$ : Longitud de Zapata (m)	$c = 0.17$ Kg/cm <sup>2</sup>
$D_f$ : Profundidad de Desplante (m)	$D_f = 2.00$ m.
$c$ : Cohesión Efectiva (T/m <sup>2</sup> )	$\gamma = 1.705$ gr/cm <sup>3</sup> (Densidad Natural)
$\gamma$ : Peso específico del suelo (T/m <sup>3</sup> )	$\phi = 18.2$ °
$\phi$ : Ángulo de fricción interna (°)	$F.S. = 3.0$
$F.S.$ : Factor de seguridad	
$q_{adm}$ : Capacidad de carga admisible	
$N_c, N_q, N_y$ : Factores de Capacidad de carga	
$a_c, a_q, a_y$ : Factores de Forma	
$d_c, d_q, d_y$ : Factores de Profundidad	
$i_c, i_q, i_y$ : Factores de Inclinación	

ESTUDIO ASISTIDO S.A.S.  
S. Andrés Bello, 20 de Agosto de 2021

#### Factores de Capacidad de Carga:

Interpolando en la Fig. 01 a partir del  $\phi$ , se obtienen los valores adimensionales de los factores de capacidad de carga:

$$N_c = 14$$

$$N_q = 8$$

$$N_y = 4$$

#### Factores de Forma:

De acuerdo a A.W. Skempton y G.G. Meyerhof:

$$a_c = 1 + (0.2 + \tan^2(\phi)) \cdot B/L$$

$$a_q = a_c - [(a_c - 1) / (N_c \cdot \tan \phi + 1)]$$

$$a_y = 1 - (1/Q) \cdot [(0.2 + \tan^2(\phi)) \cdot (B/L)]$$

Calculando:

$$a_c = 1.201$$

$$a_q = 1.165$$

$$a_y = 0.899$$



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### Cálculo de Capacidad Portante

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

Fecha:  
12/01/2021

PROYECTO: E.M.E. REEMPLAZAMIENTO DE UN BISPICIO UTILIZANDO LA DISPOSICION DE EMPUJA TIPO ANCHAS LINDAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO EN CLASICO (LIFE CYCLE ANALYSIS)  
 DISTRITO: SAN FRANCISCO  
 PROVINCIA: CUBICO  
 DEPARTAMENTO: CUBICO  
 SOLICITANTE: INGEN. ALEJANDRO VARGAS SUELOS Y MEC. JESUS ALVARO PEREZ ORTIZ

#### Factores de Profundidad:

De acuerdo a A. W. Skempton y G. G. Meyerhof, en función del ángulo de fricción, tenemos:

$$d_f = 1.0$$

$$d_c = 1 + [0.35 / (B/D) + 0.65(1 + 7 \tan^4(\Phi))] / (N_c \tan \Phi + 1)$$

$$d_q = d_c - [(d_c - 1) / (N_c \tan \Phi + 1)]$$

Calculando:

$$d_c = 1.268$$

$$d_q = 1.220$$

#### Factores de inclinación:

$$i_q = [1 - H / (V + A' c' \cot \Phi)]^2$$

$$i_c = [i_q - 0(1 - i_q)] / (N_q - 1)$$

$$i_y = [1 - H / (V + A' c' \cot \Phi)]^2$$

Calculando:

$$i_q = 0.661$$

$$i_c = 0.618$$

$$i_y = 0.464$$

#### Cálculo de Capacidad Portante:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot d_c \cdot d_f \cdot i_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot a_q \cdot d_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot a_y \cdot d_y \cdot i_y$$

Calculando:

$$q_{ult} = 25.21 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = q_{ult} / F.S. = 9.71 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 9.40 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 0.84 \text{ Kg/cm}^2$$

Con la fórmula general de Terzaghi:

$$q_d = c \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y$$

Z= Profundidad de Cementación

B= Ancho de Base

\gamma= Peso Específico (Densidad Natural)

Nc, Nq, Ny = Factores de Carga por ángulo de fricción

Calculando:

qd =	29.13	ton/m <sup>2</sup>
qd/F.S =	9.71	ton/m <sup>2</sup>
qadm =	9.97	kg/cm <sup>2</sup>

*(Firma manuscrita)*  
 INGENIERO ALEJANDRO VARGAS  
 SUELOS Y MECANICA DE SUELOS  
 CUBICO

$$Q_{(adm)} \text{ adoptado: } 0.91 \text{ kg/cm}^2$$



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

Cálculo de Capacidad Portante

Fecha:

12/01/2021

PROYECTO: E.M.S. MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGIA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO EN CUSCO (URB. TUPAC ABRAU/ N-1)

DISTRITO: SAN SEBASTIAN

PROVINCIA: CUSCO

DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITANTE: BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH. JESUS ALVARO PALIZA ORTEGA

### FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

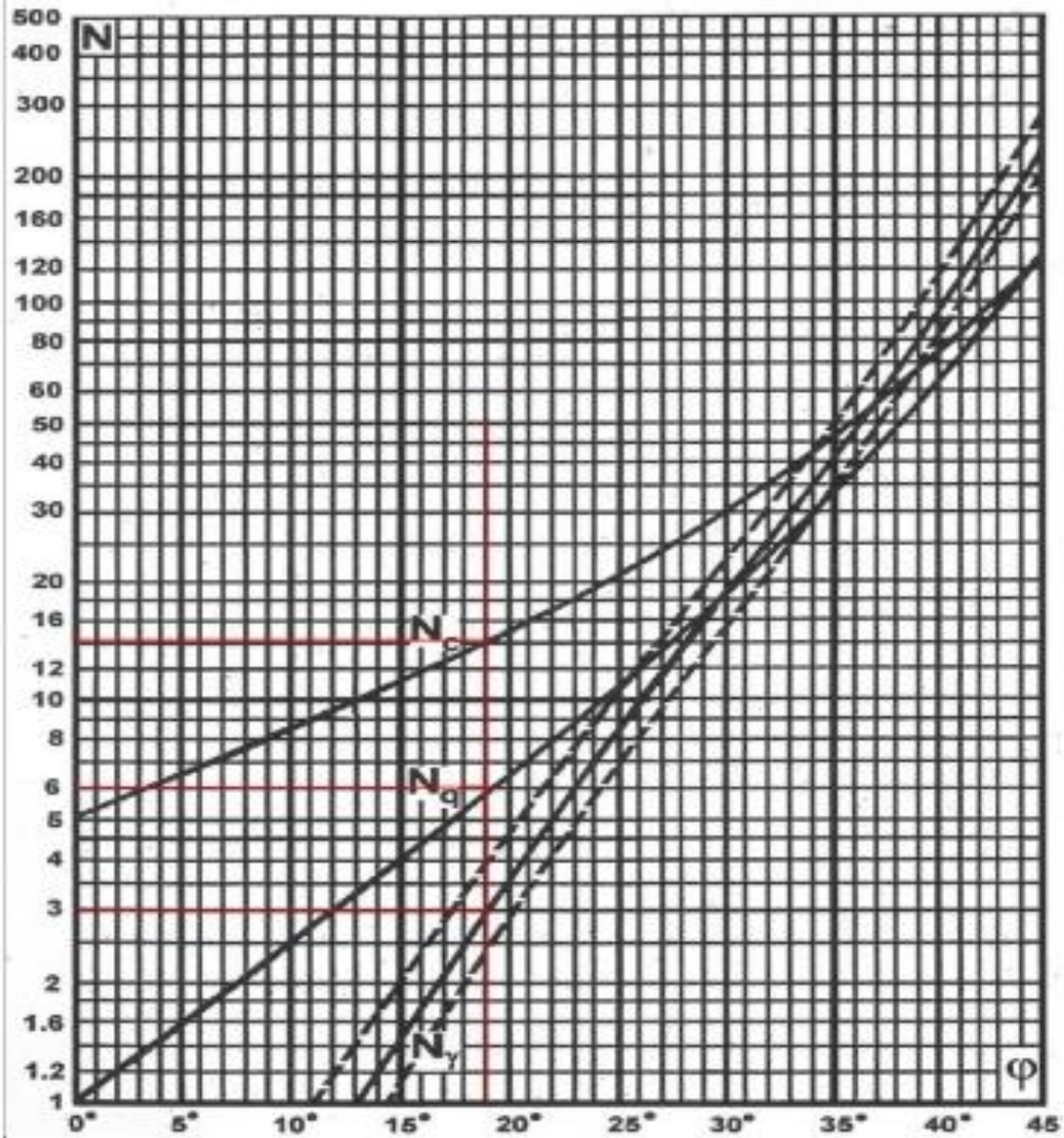


FIG. 01 - FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

INGENIERIA & CONSTRUCCION  
CUSCO ABRIL 2021  
Alex Roy Vargas Guillen  
Bach. Alex Roy Vargas Guillen  
Bach. Jesus Alvaro Paliza Ortega





**INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS**

Realizado por: A.A.Y

Revisado por: M.B.E

**Densidad In Situ**

Fecha:

12/01/2021

(MTC E-117 / ASTM D-1556)

PROYECTO : E.M.S. MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGIA TIPO SHEAR LINK SOZDO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMICO EN CUSCO (URB. TURFIC AMARU N° 1)  
 DISTRITO : SAN SEBASTIAN  
 PROVINCIA : CUSCO  
 DEPARTAMENTO : CUSCO  
 SOLICITANTE : BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA

CAPA :	T.NATURAL			
LADO :				
POSICION				
MUESTRA :	1			
DENSIDAD N°	1			
PROFUNDIDAD (m.)				
1 PESO DEL FRASCO + ARENA (g)	6386			
2 PESO DEL FRASCO + ARENA QUE QUEDA (g)	2991			
3 PESO DE ARENA EMPLEADA (1) - (2) (g)	3425			
4 PESO DE ARENA EN EL CONO (g)	1618			
5 PESO DE ARENA EN EXCAVACION (3) - (4) (g)	1807			
6 DENSIDAD DE LA ARENA (g/cm <sup>3</sup> )	1.44			
7 VOLUMEN DE MATERIAL EXTRAIDO (5) / (6) (cm <sup>3</sup> )	1257			
8 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO + GRAVA (g)	2245			
9 PESO DEL RECIPIENTE (g)	0			
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9) (g)	2245			
11 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ 3/4 (g)				
12 PESO ESPECIFICO DE GRAVA (g/cm <sup>3</sup> )				
13 VOLUMEN DE GRAVA (11) / (12) (cm <sup>3</sup> )				
14 PESO DE FINOS (10) - (11) (g)	2245			
15 VOLUMEN DE FINOS (7) - (13) (cm <sup>3</sup> )	1257			
16 DENSIDAD HUMEDA (14) / (15) (g/cm <sup>3</sup> )	1.785			

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

17 N° DE RECIPIENTE				
18 PESO DEL RECIPIENTE (g)				
19 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)				
20 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)				
21 PESO DEL CONTENIDO DE AGUA (19) - (20) (g)				
22 PESO DEL SUELO SECO (20) - (18) (g)				
23 CONTENIDO DE HUMEDAD (21) / (22) * 100 (%)				
24 DENSIDAD SECA (16) / [ 1 + (23) / 100 ] (g/cm <sup>3</sup> )				
25 MÁXIMA DENSIDAD PRÓCTOR (g/cm <sup>3</sup> )				
26 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD PRÓCTOR (%)				
27 GRADO DE COMPACTACIÓN (24) / (25) * 100 (%)				

*(Handwritten signature and stamp)*  
 JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA  
 BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA  
 CP 1000

## ANEXO 5.



**PROYECTO :** MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO (URB. TUPAC AMARU N-1)

**UBICACIÓN :** URB. TUPAC AMARU N-1 - SAN SEBASTIAN

**SOLICITANTE :** BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D3080-04

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA:**

**FECHA ENSAYO :** 12/01/2021  
**CALICATA :** C-01  
**ESTADO :** Remoldeado al 90 % de la M.D.S.  
**VELOCIDAD DE CORTE :** 0.50 mm/min  
**CLASIF. SUCS :** CL - Arcilla de baja plasticidad

**DATOS DEL ANILLO DE CARGA:**

A= -2E-06  
 B= 0.293309  
 C= -0.841667

$$Y = A \cdot X^2 + B \cdot X + C$$

**ESPECIMEN 1**

Altura Inicial:	21.3	mm
Diam. Molde:	49.8	mm
Area Inicial:	19.5	cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.765	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	23.4	%
Humedad Fin.:	30.2	%
Est. Normal:	0.51	kg/cm <sup>2</sup>
Est. Corte:	0.363	kg/cm <sup>2</sup>

**ESPECIMEN 2**

Altura Inicial:	21.3	mm
Diam. Molde:	49.8	mm
Area Inicial:	19.5	cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.765	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	23.4	%
Humedad Fin.:	29.4	%
Est. Normal:	1.03	kg/cm <sup>2</sup>
Est. Corte:	0.529	kg/cm <sup>2</sup>

**ESPECIMEN 3**

Altura Inicial:	21.3	mm
Diam. Molde:	49.8	mm
Area Inicial:	19.5	cm <sup>2</sup>
Densidad:	1.765	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	23.4	%
Humedad Fin.:	25.1	%
Est. Normal:	2.05	kg/cm <sup>2</sup>
Est. Corte:	0.920	kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.002	0.00
0.25	0.017	0.04
0.38	0.017	0.04
0.51	0.032	0.08
0.64	0.047	0.12
0.76	0.062	0.15
0.89	0.077	0.19
1.02	0.077	0.19
1.14	0.092	0.23
1.27	0.107	0.26
1.45	0.122	0.30
1.69	0.138	0.33
1.91	0.138	0.33
2.12	0.153	0.37
2.33	0.168	0.40
2.54	0.183	0.44
2.96	0.213	0.51
3.39	0.243	0.58
3.81	0.273	0.65
4.23	0.303	0.71
5.08	0.333	0.76
5.93	0.363	0.84
6.77	0.363	0.83
7.62	0.363	0.82
8.47	0.363	0.81
10.16	0.348	0.76
11.85	0.348	0.74
13.55	0.348	0.72
15.24	0.348	0.71

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.032	0.04
0.25	0.062	0.08
0.38	0.077	0.10
0.51	0.092	0.11
0.64	0.122	0.15
0.76	0.138	0.17
0.89	0.153	0.19
1.02	0.168	0.21
1.14	0.198	0.24
1.27	0.198	0.24
1.45	0.213	0.26
1.69	0.228	0.28
1.91	0.243	0.29
2.12	0.268	0.35
2.33	0.318	0.38
2.54	0.348	0.42
2.96	0.378	0.45
3.39	0.408	0.49
3.81	0.454	0.54
4.23	0.468	0.55
5.08	0.498	0.58
5.93	0.529	0.61
6.77	0.529	0.60
7.62	0.529	0.60
8.47	0.514	0.57
10.16	0.514	0.56
11.85	0.514	0.55
13.55	0.498	0.52
15.24	0.498	0.51

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.13	0.077	0.05
0.25	0.107	0.07
0.38	0.138	0.08
0.51	0.183	0.11
0.64	0.213	0.13
0.76	0.243	0.15
0.89	0.258	0.16
1.02	0.268	0.18
1.14	0.318	0.19
1.27	0.394	0.24
1.45	0.439	0.27
1.69	0.499	0.30
1.91	0.529	0.32
2.12	0.569	0.36
2.33	0.649	0.39
2.54	0.695	0.42
2.96	0.740	0.44
3.39	0.785	0.47
3.81	0.815	0.48
4.23	0.860	0.51
5.08	0.890	0.52
5.93	0.920	0.53
6.77	0.920	0.52
7.62	0.905	0.51
8.47	0.905	0.50
10.16	0.890	0.48
11.85	0.890	0.47
13.55	0.890	0.46
15.24	0.890	0.45

**OBSERVACION :** La muestra fue tomada del area en estudio

  
 INGENIERO EN CIENCIAS  
 Roberto Mariscal Ugo  
 Ingecon S.A.S.  
 C.P. 00000



**PROYECTO :** MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO (URB. TUPAC AMARU N-1)

**UBICACIÓN :** URB. TUPAC AMARU N-1 - SAN SEBASTIAN

**SOLICITANTE :** BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN Y BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D3080-04

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA:**

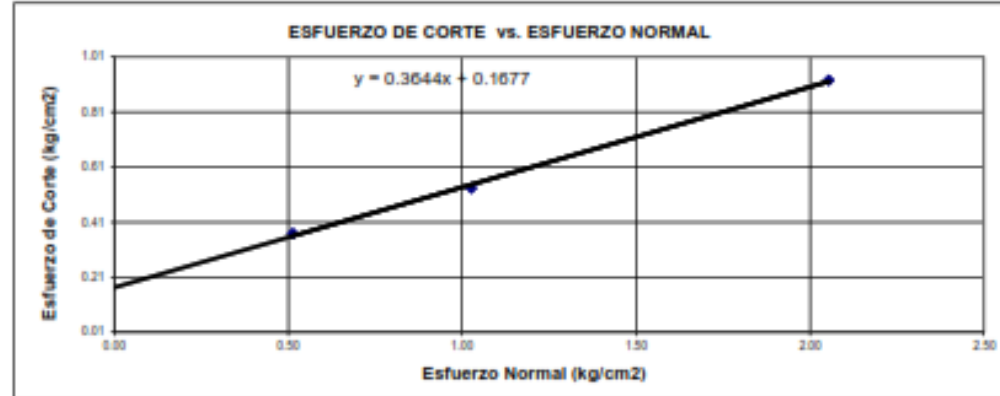
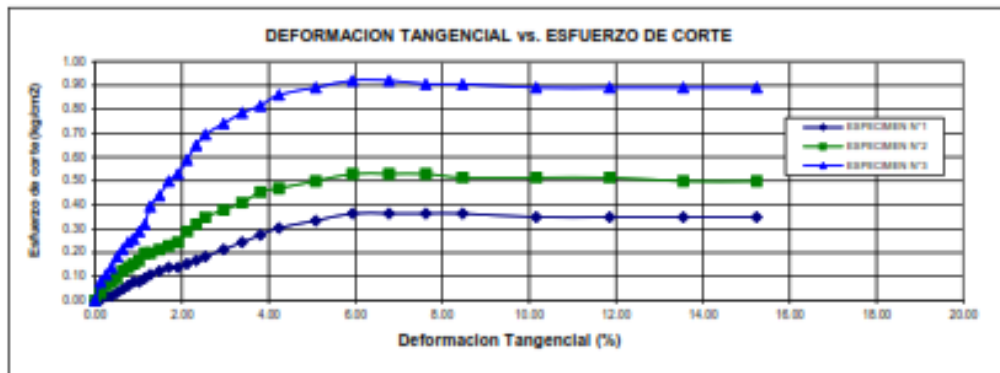
**FECHA ENSAYO :** 12/01/2021

**CALICATA :** C-01

**CLASIF. SUCS** CL - Arcilla de baja plasticidad

**VELOCIDAD DE CORTE** 0.50 mm/min

**ESTADO :** Remoldeado al 90 % de la M.D.S.



**Resultados:**

**Cohesión  $c$**  0.168 Kg/cm<sup>2</sup>

**Angulo de fricción  $\phi$**  18.20°

**OBSERVACION :** La muestra fue tomada del area en estudio

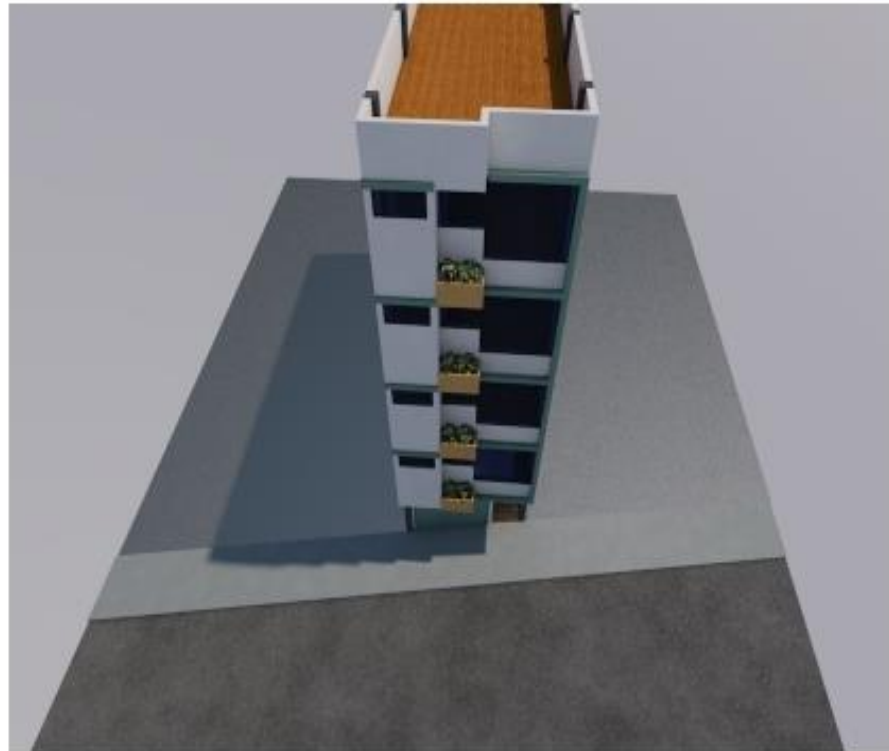
INGE ANDÉS PERI  
Rolando Mendonza Rojas  
CIP 5840

## ANEXO 6.



INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION  
ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION



PROYECTO:

**“MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO”**

LUGAR : URB. TUPAC AMARU N-1  
DISTRITO : SAN SEBASTIAN  
PROVINCIA : CUSCO  
DEPARTAMENTO : CUSCO  
SOLICITANTE : BACH. ALEX ROY VARGAS GUILLEN  
BACH. JESUS ALEJO PALIZA ORTEGA  
ENERO – 2021

1

OFICINA - UVIMA - II LOTE B-17 SAN SEBASTIAN-CUSCO  
RPC: 984273509  
EMAIL: ingeoandes@gmail.com

INGEO ANDÉS E.I.R.L.  
Roberto Mendoza Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 85840





# INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION

## ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### CONTENIDO

GENERALIDADES.....	4
Objetivo del Estudio .....	4
INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS .....	4
<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Proyecto.....</b>	<b>5</b>
1.1.1. Descripción.....	5
1.1.2. Ubicación. ....	5
<b>2. Del terreno a investigar.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Datos Generales de la Zona.....</b>	<b>6</b>
a) Ubicación y accesos. ....	6
b) Topografía del Terreno.....	6
c) Usos Anteriores. ....	6
d) Restos anteriores.....	6
e) Exploración de Campo.....	7
2.1.1. Programa de Investigación Mínimo – PIM.....	7
<b>3. Trabajos Realizados "In situ" .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>10</b>
a) Ensayo de contenido de humedad.....	10
b) Ensayo de Análisis Granulométrico. ....	10
c) Ensayos de Limite Líquido. ....	11
d) Ensayo de Limite Plástico. ....	11
e) Ensayo de Corte Directo. ....	11
<b>4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN .....</b>	<b>12</b>
a) Tipo de Cimentación.....	12
b) Profundidad de la Cimentación.....	12



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

c) Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible .....	12
5. CONDICIONES MECANICAS – DINAMICAS DE SUELOS: NORMA E – 030 .....	16
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	17
6.1. Conclusiones .....	17
6.2. Recomendaciones .....	18
7. PANEL FOTOGRAFICO .....	19



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### GENERALIDADES

#### Objetivo del Estudio

El presente Informe Técnico tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto: **"MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO"**, ubicado en la Urb. Tupac Amaru N- 1 en el Distrito de San Sebastián de la Provincia de Cusco, Departamento de Cusco; por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A Cielo Abierto", ensayos de laboratorios a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, capacidad portante admisible. El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas
- Toma de muestras inalteradas y disturbadas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Conclusiones y recomendaciones

#### INFORME DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El presente informe del Estudio de Mecánica de Suelos se desarrolló de acuerdo a la norma E.050 – Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1. Proyecto

#### 1.1.1. Descripción

El proyecto consiste en la construcción del edificio Urb. Tupac Amaru, N – 1 San Sebastian para desarrollar el trabajo de tesis **MODELAMIENTO DE UN EDIFICIO UTILIZANDO UN DISIPADOR DE ENERGÍA TIPO SHEAR LINK BOZZO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN CUSCO.**

◆ Referencia: Información solicitada por el solicitante

#### 1.1.2. Ubicación.

El terreno donde se desarrolla el presente Estudio de Mecánica de Suelos está ubicado exactamente en la Urb. Tupac Amaru N 1 del Distrito de San Sebastian, Provincia de Cusco y Departamento de Cusco.



Mapa de Ubicación del Distrito de San Sebastián - Cusco





## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

---

### 2. Del terreno a investigar.

#### 2.1. Datos Generales de la Zona

##### a) Ubicación y accesos.

El terreno donde se desarrolla el presente estudio de Mecánica de Suelos, está ubicado en la Urb. Tupac Amaru, N - 1, Distrito de San Sebastián y Departamento de Cusco.

##### b) Topografía del Terreno.

El sector de ubicación de las estructuras proyectadas se encuentra en una zona de topografía llana.

##### c) Usos Anteriores.

El terreno donde se proyecta realizar la construcción actualmente lo utilizan como área libre sin construcción alguna.

##### d) Restos anteriores.

En el pozo de investigación NO se han hallado restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al EMS.

0

OFICINA.- UVIMA - II LOTE B-17 SAN SEBASTIAN-CUSCO  
RPC: 984273509  
EMAIL: ingeoandes@gmail.com

INGEO ANDES S.R.L.  
Rolando Mendoza Rojas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 43630



## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### e) Exploración de Campo.

- Se realizó 01 calicata a cielo abierto
- Se realizó 01 ensayos de densidad natural en la zona de estudio.

#### 2.1.1. Programa de Investigación Mínimo – PIM

El programa de investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un Estudio de Mecánica de Suelos, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

#### a) Condiciones de frontera

Tiene como objetivo la comprobación de las características del suelo, supuestamente iguales en el lugar a construir y serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones.

- Existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramientos rocosos, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos, cavidades. NO
- Existen edificaciones situadas a menos de 100 metros del terreno a edificar que presentan anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación. NO
- El tipo de edificación (Tabla 1) a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 metros. SI
- El número de plantas del edificio a cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en estos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 metros. SI
- Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 metros y la prevista para la construcción a cimentar son de tipo superficial. SI
- La cimentación prevista para la construcción en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1,5 metros. SI

**b) Número (n) de puntos de investigación.**

El número de puntos de investigación se determina en la tabla N° 01 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por este.

TIPO DE EDIFICACION PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION (Tabla 01)					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NUMERO DE PISOS (incluido los sótanos)			
		<3	4 a 8	9 a 12	>12
PORTICADA DE ACERO	<12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	B	A	---	---
BASES DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior</li> </ul>					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	< 9m de altura	>9m de altura			
	B	A			

TABLA N°02	
NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	
Tipo de Edificación	Número de Puntos de Investigación
A	1 cada 225m <sup>2</sup>
B	1 cada 450m <sup>2</sup>
C	1 cada 800m <sup>2</sup>
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. De terreno habilitado

El número de puntos de investigación determinado es de 01 calicatas en la zona donde se realizara la construcción.

### 3. Trabajos Realizados "In situ"

Para efectos de análisis de Estudio de Mecánica de Suelos, se ha realizado (02) punto de exploración. El punto de prospección se ubica cubriendo el área de emplazamiento de la futura construcción.

#### a) Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual - manual).

De acuerdo a la norma NTP 339.150 (ASTM D 2488), En los puntos de exploración se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyo el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman en cada calicata realizada, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del sistema unificado de clasificación de suelos.

#### b) Ensayo de densidad natural.

De acuerdo a la norma MTC E117 - AASHTO T 191-93 - ASTM D1556, Se realiza con la finalidad de saber la compactación natural del terreno.

#### c) Extracción de muestras representativas.

De acuerdo a la norma NTP 339.159 (DIN 4094), Se han realizado la extracción de las muestras de suelos de acuerdo a lo establecido en la tabla N° 03 realizándose las siguientes codificaciones:

TABLA N° 03			
EXTRACCION Y TRANSPORTE DE MUESTRAS			
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	CARACTERISTICAS
Muestra alterada	NTP 339.151 (ASTM D4220) Practicas normalizadas para la prevención y transporte de muestras de suelo	Con bolsas de plástico y bolsas de polietileno	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo





## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### d) Nivel de Napa Freática.

En las calicatas realizadas C – 01, NO SE DETECTÓ NIVEL DE NAPA FREÁTICA a la profundidad de exploración de 3.00 mts.

A continuación le mostramos los resultados de los ensayos realizados In Situ:

CALICATA	PROF.	ESTRATO	H.N.%	Densidad Natural %	Descripción	Color
C-01	1.70 – 3.00m	3.00 A mas	23.39	1.785	Arcillas Inorgánicas	Amarillento

Los resultados de los ensayos en campo se muestran en el anexo.

### 3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Descripción de los ensayos efectuados, con referencia a las normas empleadas.

#### a) Ensayo de contenido de humedad.

De acuerdo a la norma NTP 339.127 (ASTM D- 2216), En Mecánica de Suelos se conoce como contenido de agua o humedad del suelo a la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de la fase solida expresado en %. Se realiza el ensayo con fines de determinar la variación de la humedad en el terreno de fundación y también para ver si existe napa freática.

#### b) Ensayo de Análisis Granulométrico.

De acuerdo a la norma NTP 339.128 (ASTM D-422-63), Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que la gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en base o sub bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc. Dependen de este análisis.

Para obtener la distribución de tamaños se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

**c) Ensayos de Limite Líquido.**

De acuerdo a la norma NTP 339.129 (ASTM D-4318), a los suelos de grano fino se les puede dar consistencias semilíquidas mezclándolas con agua. Cuando este contenido de humedad se reduce por evaporación y volvemos a mezclar la muestra, obtenemos un material plástico, el material se hace sólido y se rompe o se desmigaja cuando se deforma. Se realizan los ensayos con fines de clasificación de suelos.

**d) Ensayo de Limite Plástico.**

De acuerdo a la norma NTP 339.129 (ASTM D 4318), con fines de medición de la plasticidad se toma el criterio desarrollado por Atterberg, quien señala en primer lugar que la plasticidad no es una propiedad permanente, sino circunstancial y depende de su contenido de humedad.

**e) Ensayo de Corte Directo.**

De acuerdo a la norma NTP 339.171 (ASTM D - 3080), con fines de medición de los parámetros de resistencia mecánica, Angulo de Fricción ( $\Phi$ ) y Cohesión (C), en muestra de suelo inalterada (MIB), obtenida In Situ del lugar de emplazamiento de la estructura proyectada.

❖ **Resultados Obtenidos.**  
**Ensayos de Caracterización.**

Se presenta en los cuadros resumen, los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en laboratorio.

CALIC.	EST.	PROF.	H.N%	LL%	I.P.	$\Phi$	c	$\gamma$	qadm Kg/Cm2	F.S.	sucs	AASTHO
C-01	1.70m - 3.00m	3.00 a mas	23.39	33.39	11.68	18.20	0.168	1.785	0.91	3.5	cl	A-6(3)

Los resultados de los trabajos realizados en gabinete se muestran en el anexo.

H.N = Humedad Natural, LL = Limite Líquido, IP = Índice de Plasticidad,  $\Phi$  = Angulo de Fricción, c = Cohesión,  $\gamma$  = Densidad Natural



#### 4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

##### a) Tipo de Cimentación

De acuerdo a la naturaleza del suelo de cimentación y al tipo de estructura a construir, se recomienda una cimentación del tipo superficial.

##### b) Profundidad de la Cimentación

En base a las características del perfil geotécnico, a la capacidad de carga admisible la topografía del terreno y la ubicación de las estructuras, El ingeniero estructural deberá tener en cuenta los valores dados para el diseño de cimentación.

##### c) Calculo de la Capacidad de Carga Admisible

Para la evaluación de la capacidad de carga en suelo, Terzaghi (1943) propuso la siguiente relación para evaluar la capacidad última en una cimentación corrida:

$$q_u = cN_c + \gamma_1 D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma$$

Donde:

c : Cohesión del suelo de fundación

Df : Profundidad de desplante de la cimentación.

$\gamma_1$  : Peso específico del suelo encima del nivel de cimentación.

$\gamma_2$  : Peso específico del suelo debajo del nivel de cimentación.

B : Ancho de la cimentación.

$N_c, N_q, N_\gamma$ : Factores de capacidad de carga

Para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas, la ecuación anterior puede modificarse a:

$$q_u = 1.3cN_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.4\gamma_2 B N_\gamma$$

Los factores de capacidad de carga para la ecuación de Terzaghi tienen sus propias ecuaciones. Esta metodología fue revisada por Meyerhof (1963) quien propuso su propia ecuación de capacidad de capacidad última. Sin embargo, la ecuación de Terzaghi aún es muy popular y usada en la evaluación de la capacidad última de cimentaciones superficiales. En este estudio se prefiere usar la expresión de Meyerhof porque su expresión evalúa la influencia de la inclinación de la carga que, en el caso de un estribo, juega un factor importante.

La capacidad de carga última en suelos será determinada en base a la ecuación general de capacidad de carga propuesto por Meyerhof (1963). La simbología de la siguiente ecuación se presenta en la Figura a.

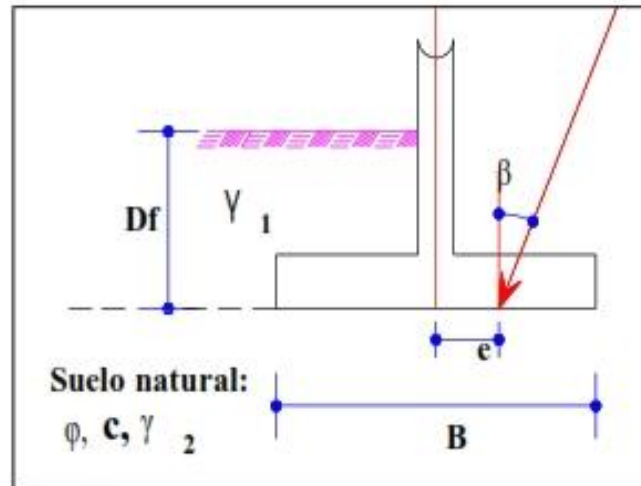
$$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + D_f \gamma_1 N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

- c : Cohesión del suelo de fundación
- Df : Profundidad de desplante de la cimentación.
- $\gamma_1$  : Peso específico del suelo encima del nivel de cimentación.
- $\gamma_2$  : Peso específico del suelo debajo del nivel de cimentación.
- B : Ancho de la cimentación.
- Fcs , Fqs , F $\gamma$ s : Factores de forma
- Fed , Fqd , F $\gamma$ d : Factores de profundidad
- Fci , Fqi , F $\gamma$ i : Factores por inclinación de la carga
- Nc , Nq , N $\gamma$  : Factores de capacidad de carga.



Figura a: Simbología usada para el cálculo de la capacidad admisible.



**Factores de Capacidad de Carga**

$$N_q = \tan^2 \left[ 45 + \frac{\phi}{2} \right] e^{\pi \tan \phi} \quad \text{Reissner (1924)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \text{Prandtl (1921)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad \text{Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)}$$

**Factores de forma, [De Beer (1970), Hansen (1970)]**

$$F_{CS} = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Donde L = longitud de la cimentación (L>B)

**Factores de Profundidad,**

**Condición (a):**  $Df/B \leq 1$  [Hansen (1970)]

$$F_{cd} = 1 - 0.4 \frac{Df}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{Df}{B}$$

$$F_{yd} = 1.0$$

**Condición (b):**  $Df/B > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left[ \frac{Df}{B} \right]$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left[ \frac{Df}{B} \right]$$

$$F_{yd} = 1.0$$

**Factores de forma, [De Beer (1970), Hansen (1970)]**

$$F_{ci} = F_{qi} = \left[ 1 - \frac{\beta^2}{90^\circ} \right]^2$$

$$F_{\gamma i} = \left[ 1 - \frac{\beta}{\phi} \right]^2$$

Donde  $\beta$  = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical.

Para cimentaciones rectangulares con relaciones L/B distintos se pueden determinar factores de corrección por interpolación lineal.

Bajo la condición de cargas excéntricas se emplearán dimensiones reducidas de la cimentación. El ancho efectivo de la cimentación está definida como:

$$B' = B - 2e$$

B': Ancho efectivo, B : Ancho de la cimentación, e : Excentricidad paralelo al ancho B

B es reemplazado por B' en la ecuación general de la capacidad última de carga.

La capacidad admisible de carga de la masa rocosa será determinada según:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.}$$

Donde: F.S. : Factor de seguridad de carga.

### 5. CONDICIONES MECANICAS – DINAMICAS DE SUELOS: NORMA E – 030

En la actualidad, la construcción de obras civiles de cualquier envergadura se basa en la Norma E – 030, la cual clasifica a los suelos en función de sus propiedades mecánicas, espesor del estrato, periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Según la norma antes indicada, los suelos son de cinco tipos.

- 1.- Roca dura (Tipo S0)
- 2.- Roca o Suelos muy Rígidos (Tipo S1)
- 3.- Suelos Intermedios (Tipo S2)
- 4.- Suelos Blandos (Tipo S3)
- 5.- Condiciones Excepcionales

En general, para cualquier estudio deberá considerarse el tipo de suelo que mejor describa las condiciones locales de cada zona de interés y utilizar los correspondientes valores de periodos  $T_p$  y del factor de ampliación del suelo  $S$  definido en la norma E-030.

Parámetros del suelo según norma E-030 (Tabla N° 4 D.S. N°003 – 2016 Vivienda)

FACTOR DE AMPLIFICACION DE SUELO (S) Y PERIODOS ( $T_p$ Y $T_L$ )				
	PERFIL DEL SUELO			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

A continuación, tenemos un resumen de los parámetros del suelo

CALICATA C – 01 Y C - 02		
PARAMETRO	MAGNITUD	DESCRIPCION
ZONA	2	Mapa de Zonificación Sísmica
FACTOR DE ZONA	0.25g	Tabla N° 01
TIPO DE SUELO	S3	Suelos Blandos
VALORES DE PERIODOS	$T_p=1.0$ $T_L=1.0$	Predominante
$S$	1.4	Factor de Ampliación del suelo

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones.

- El sub suelo en el área del presente estudio de Mecánica de Suelos, presenta la siguiente estratigrafía, en función de los resultados de clasificación de suelos.

Perfil del Suelo			
Calicatas	Caracterización de Estratos		
	Estrato (E)	Profundidad	Composición
C - 01	E - 2	1.70m - 3.00m	Arcillas Inorgánicas

- Se han realizado ensayos de clasificación de suelos en los estratos de apoyo de la cimentación, habiéndose hallado los resultados siguientes.

CALIC.	ESTRATO	PROF.	H.N.%	LP.%	LL.	I.P.
C - 01	1.70m - 3.00m	3.00m	23.39	21.71	33.39	11.68

- Se han realizado ensayos de RESISTENCIA MECANICA, habiéndose hallado los resultados siguientes. Cabe referir, que los parámetros que se presentan corresponden a los obtenidos a partir de los ensayos de Corte Directo en Laboratorio, más desfavorables, en los niveles de fundación previstos.

CALIC.	EST.	PROF.	H.N%	LL.%	I.P.	$\Phi$	c	$\gamma$	qadm Kg/Cm2	F.S.	sucs	AASTHO
C-01	1.70m - 3.00m	3.00 a mas	23.39	33.39	11.68	18.20	0.168	1.785	0.91	3.5	CL	A-6(3)

- En la ejecución de la calicata hasta la profundidad explorada NO se observa nivel freático a la profundidad de 3.00 respectivamente
- De acuerdo a los ensayos en laboratorio se tiene como resultado de capacidad portante (Q adm Kg/Cm2): C - 01 = 0.91
- En las C- 01 tenemos perfil del suelo de Tipo S3 (Suelos blandos) cuyos periodos de vibración TP = 1.0 seg y TL = 1.6





## INGENIERIA, GEOTECNIA & CONSTRUCCION ESTUDIO GEOTECNICO Y MECANICA DE SUELOS

### 6.2. Recomendaciones.

- El Ingeniero Estructural deberá realizar su diseño de cimentación de acuerdo a la Capacidad Portante del suelo y datos obtenidos en laboratorio.
- En este caso, la cimentación se deberá apoyar en el estrato de Arcillas Inorgánicas CL de plasticidad baja.
- Se recomienda que la Profundidad de desplante de la cimentación (Df). Sea mayor a 2.00m.
- Se deberá realizar un solado y/o falsa zapata de tal manera mejorar la capacidad de soporte del suelo.
- Para mejorar la interacción de las estructuras de cimentación con el suelo y homogenizar el mismo, se recomienda previo a la construcción de las cimentaciones compactar el suelo de apoyo de estas.
- Se recomienda que las cimentaciones sean conectadas para minimizar posibles asentamientos.
- Se recomienda realizar la construcción en época de sequía.
- Se recomienda realizar diseños de concreto para la construcción.
- Se recomienda la participación de una supervisión externa para la etapa de construcción, así como la participación necesaria de un laboratorio de control de calidad de materiales durante la ejecución de la obra.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas solo SON VALIDAS PARA LA ZONA EN INVESTIGADA y no garantiza a otros proyectos que lo tomen como referencia

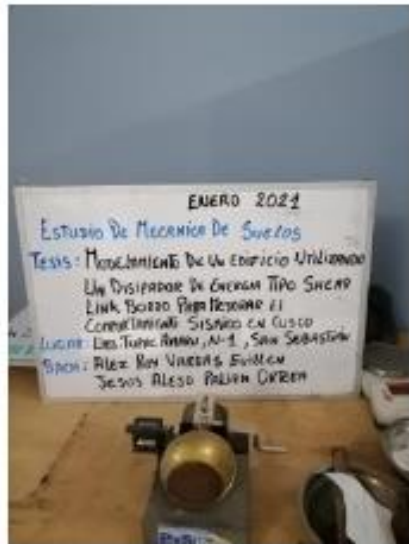
## ANEXO 7. Panel Fotográfico.



Humedad Natural del suelo



Análisis Granulométrico C - 01



Limites de Consistencia C - 01



Ensayo de Corte Directo C - 01



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, VARGAS GUILLEN ALEX ROY, PALIZA ORTEGA JESUS ALEJO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Modelamiento de un edificio utilizando un disipador de energía tipo Shear link Bozzo para mejorar el comportamiento sísmico en Cusco.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
VARGAS GUILLEN ALEX ROY <b>DNI:</b> 73620540 <b>ORCID</b> 0000-0001-6595-0945	Firmado digitalmente por: ALVARGASG el 05-05-2021 10:38:20
PALIZA ORTEGA JESUS ALEJO <b>DNI:</b> 10286451 <b>ORCID</b> 0000-0002-9881-9238	Firmado digitalmente por: JEPALIZAO el 29-05-2021 20:25:10

Código documento Trilce: INV - 0168280