

I. GENERALIDADES

1.1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

“Análisis estático no lineal(Pushover) en un edificio de 8 niveles + sótano- Bloque 1B de la sede del gobierno regional de Ucayali”

1.2. TESISISTA

Anónimo

1.3. AÑO CRONOLOGICO

2021

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

Perú es un país que se encuentra dentro del cinturón circunpacifico, el cual es afectado por la convergencia de 2 placas, esta convergencia se encuentra asociada al proceso de subducción, donde la placa de Nazca se mueve ligeramente hacia la placa Sudamericana, es necesario mencionar que la zona de subducción tiene una gran influencia en la generación de terremotos y otros fenómenos como la deformación de la corteza y la actividad volcánica.

Teniendo esto en cuenta se muestra preocupación por brindar las condiciones necesarias para la ocupación de forma segura en las diferentes edificaciones u otros proyectos.

Ya que las edificaciones del país están propensos a movimientos sísmicos, es de vital importancia conocer si la estructura tiene la capacidad de soportarlos, y asimismo averiguar que tanto lo afectan, es decir, se necesita de un análisis que determine la capacidad estructural, donde los resultados de este análisis servirán para comprender el comportamiento de la estructura ante excitaciones sísmicas.

Según lo indicado en la norma ASCE 41-13, se tiene diferentes procedimientos de análisis, dentro de ellos, tenemos los análisis

elásticos e inelásticos, donde los inelásticos son los que explican mejor el comportamiento de una estructura. El principal método de análisis inelástico, es el Dinámico no lineal, donde es necesario historias temporales de movimientos sísmicos (Acelerogramas) del sitio de análisis para su aplicación, por tal motivo esto implica un procedimiento complejo, que está limitada a la disponibilidad de información de los diferentes sismos sucedidos en el sitio, con ello aclarado, es necesario mencionar que la instalación acelerometrica en nuestra región es reciente, por lo cual es más práctico aplicar el análisis estático no lineal o también denominado Pushover, en donde a través de fuerzas laterales monótonas crecientes que representen las fuerzas de inercia de un sismo, se llegue al límite de la misma estructura, permitiendo comprender de una forma aproximada cómo trabaja la estructura y describiendo de esta forma su curva de capacidad.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1.PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el comportamiento estructural del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño?

2.2.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso?
- ¿Cuál es el Cortante Basal máximo que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso?
- ¿Cuál es el Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo sismo esperado?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.

2.3.2.OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar el desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso.
- Determinar el Cortante Basal máximo que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso.
- Determinar el Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo sismo esperado.

2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La edificación de la Sede del Gobierno Regional es una estructura de 8 niveles + sótano, este tipo de construcción es poco habitual en la región por su altura y debido a que se diseñó con fines institucionales, su importancia es mayor que otras estructuras. Teniendo esto en cuenta se implementará el procedimiento de Análisis estático no lineal para determinar el comportamiento estructural del edificio al sobrepasar su capacidad elástica de diseño, es decir, el resultado del análisis será la curva de capacidad del edificio.

2.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

La investigación comprende la determinación del comportamiento estructural del edificio al sobrepasar su capacidad elástica de diseño, asimismo se pretende determinar el máximo desplazamiento y el máximo cortante que se puede alcanzar antes del colapso, todo ello mediante el modelamiento tridimensional del edificio de 08 niveles + sótano con el software ETABS.

2.6. HIPÓTESIS

2.6.1.HIPÓTESIS GENERAL

El análisis estático no lineal permite comprender el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.

2.6.2.HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- El desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso, sobrepasa a lo estipulado en la norma Técnica Peruana E.030.
- El máximo cortante Basal que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso, es menor que el cortante Basal generado por el máximo sismo esperado.
- El Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo sismo de diseño esperado, es diferente del propuesto por la norma Técnica Peruana E.030.

2.7. SISTEMA DE VARIABLES-DIMENSIONES E INDICADORES

2.7.1.VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis Estático no Lineal

Dimensiones

Curva de Capacidad

2.7.2.VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.

Dimensiones

Máximo sismo esperado

Sismo de Diseño

2.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
El análisis estático no lineal permite comprender el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.	V.I Análisis estático no lineal	Curva de Capacidad	Máximo Desplazamiento	cm
			Máximo Cortante Basal	tn
	V.D comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.	Máximo sismo esperado	Periodo Aceleración	s kg.m/s ²
		Sismo de Diseño	Desplazamientos Cortante Basal	cm tn

Tabla 1. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores. Fuente: Elaboración propia

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

En la región no se tiene un modelo de investigación de la cual se puede partir, pero a nivel nacional e internacional se ha tocado esta materia.

Investigación a nivel Nacional

Se tiene la tesis de “ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO DE ESTRUCTURAS Y LA NORMA E-030”, (Delgadillo, 2005) concluye: que el Analisis estatico no lineal Pushover es un medio por el cual se identifica la rotulas que llevan al colapso una determinada estructura, asimismo indica que es un complemento al realizarse un diseño estructural previo.

Investigación a nivel Internacional

Se tiene la tesis de “ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DEL CUERPO CENTRAL DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR”, (Duarte Bonilla, Martinez Chavarria, & SantaMaria Diaz, 2017) concluye con

datos cualitativos y cuantitativos, siendo lo más resaltante: Conocer la capacidad de deformación y comportamiento de la estructura, para posteriormente establecer su punto de desempeño de la estructura analizada.

3.2. BASES TEÓRICAS

El análisis Estático no lineal consiste en aplicar fuerzas laterales que se van incrementando hasta alcanzar un desplazamiento final (Colapso), con respecto al tope de la estructura, durante este análisis la estructura incursiona en el rango elástico la cual es asociada a una rigidez inicial, posteriormente con el incremento de las cargas los elementos que la componen superan su cedencia teniendo como consecuencia la reducción de la rigidez, permitiéndole de esta forma incursionar a la estructura en el rango inelástico, todo ello en proporción a la ductilidad de esta misma.

Es necesario indicar que a cada elemento estructural se le asignan rotulas plásticas, donde cada rotula es un mecanismo de falla en la estructura. A la medida que se incrementa las cargas laterales se aprecia la aparición de estas rotulas en cada elemento, teniendo como evidencia el mecanismo de falla que se produce, todo ello hasta llegar al colapso del mismo edificio.

3.2.1.Importancia del análisis Estático no lineal

Es importante mencionar que, al diseñar un edificio, se define los movimientos sísmicos a través de un “Espectro de Diseño Inelástico”, en las cuales aparece el factor “R”, el cual es un factor de reducción de fuerzas sísmicas, este factor R está relacionado a la Importancia del edificio y al Sistema estructural.

Con el factor de reducción “R” se asume que la estructura excederá el rango elástico y posteriormente se disipará la energía de manera equilibrada, hasta el punto que la Ductilidad de la estructura lo permita.

La ductilidad esta netamente arraigado a la capacidad de deformación de la estructura, la cual como se mencionó antes depende del sistema estructural usado.

Con ello en cuenta se explica que mediante el análisis estático no lineal se obtiene la curva de Capacidad el cual está representada por la Cortante Basal y el desplazamiento del tope de la estructura, de esta forma se puede determinar la ductilidad a través del punto de cedencia y el ultimo desplazamiento, todo ello representado con curvas bilineales.

3.2.2.Procedimiento del Análisis

El análisis Estático no lineal, tiene una serie de pasos, en la cual lo más importante es determinarse la curva de capacidad. A continuación, se presenta 5 pasos:

1. Se define un primer caso no lineal asociado a la carga gravitacional incluyendo la acción permanente y variable
2. Se define un segundo caso no lineal asociado al patrón de carga lateral, de tal manera de que algunos elementos (o grupo de ellos) estén bajo esfuerzos alrededor del 10 de su resistencia Este segundo caso inicia al final del caso gravitacional
3. Se define un punto control ubicado por lo general en el tope de la edificación, donde se va a monitorear el desplazamiento en función al incremento de la fuerza cortante
4. Se aplican las rótulas plásticas en los elementos estructurales En este caso se pueden seguir lo lineamientos del ASCE 41 13
5. Se obtiene el patrón de rótulas plásticas y la curva de capacidad (desplazamiento en el techo vs corte en la base)

3.2.3.Curva de Capacidad

La curva de capacidad, no es más que el comportamiento de la estructura ante la aplicación de fuerzas sísmicas a la estructura, el ASCE 41-13, nos da un alcance con respecto a la idealización de esta curva.

La relación fuerza-desplazamiento no lineal entre la cizalladura de base y el desplazamiento del nodo de control se reemplazará por una relación idealizada para calcular la rigidez lateral efectiva, K_e , y la resistencia a la fluencia efectiva, V_y , del edificio. El primer segmento de línea de la curva idealizada de fuerza-desplazamiento comenzará en el origen y tendrá una pendiente igual a la rigidez lateral efectiva, K_e . La rigidez lateral efectiva, K_e , se tomará como la rigidez secante calculada a una fuerza cortante de base igual al 60% de la resistencia a la deformación efectiva de la estructura. El límite elástico efectivo, V_y , no se tomará como mayor que la fuerza de corte de base máxima en ningún punto a lo largo de la curva de desplazamiento de fuerza. El segundo segmento de línea representará la pendiente positiva posterior al rendimiento ($\alpha_1 K_e$), determinada por un punto (V_d, Δ_d) y un punto en la intersección con el primer segmento de línea de manera que las áreas por encima y por debajo de la curva real estén aproximadamente equilibradas. (V_d, Δ_d) será un punto en la curva de fuerza-desplazamiento real en el desplazamiento objetivo calculado, o en el desplazamiento correspondiente a la cizalladura máxima de la base, lo que sea menor. El tercer segmento de línea representará la pendiente negativa posterior al rendimiento ($\alpha_2 K_e$), determinada por el punto al final de la pendiente positiva posterior al rendimiento (V_d, Δ_d) y el punto en el que la cizalladura de la base se degrada al 60% de la efectiva Límite elástico. (American Society of Civil Engineers, 2014, pág. 110)

Un comentario en esta normativa, especifica que tales alcances sobre la idealización de la curva de capacidad son de acuerdo a las recomendaciones de la normativa FEMA -440.

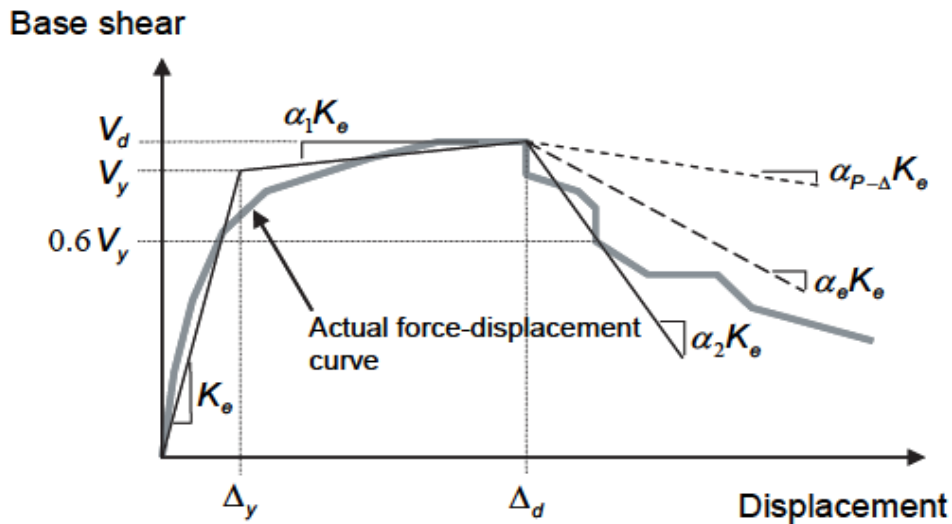


Figura 1 (American Society of Civil Engineers, 2014) Curva de Capacidad idealizada para análisis estático no Lineal

3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Análisis Estático no lineal

Denominado también como Pushover, este análisis permite comprender el comportamiento de la estructura en el rango inelástico.

Curva de Capacidad

Es la representación del comportamiento de la estructura, y es definido por las fuerzas cortantes y los desplazamientos del edificio.

Rotulas Plásticas

Mecanismo de fallas en el edificio, las cuales aparecen a medida que se incrementa las cargas laterales.

Ductilidad

Es la capacidad de deformación de la estructura.

Factor de Reducción “R”

Es el factor de reducción asumido por la disipación de energía cuando la estructura incursiona en el rango inelástico.

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- De acuerdo al fin que persigue es: aplicada
- Por los datos analizados es: Mixto (cualitativo y cuantitativo)
- De acuerdo a la metodología para demostrar hipótesis es: Experimental

4.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Experimental - Aplicativo: Se implementará un análisis estático no lineal para determinar el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano en el rango inelástico, todo ello se realizará en el software de Diseño Estructural ETABS.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN- ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente tema de tesis, se realizó bajo el diseño Experimental. Existen diferentes tipos de experimentos que están en función del control de las variables. Para analizarlos utilizaremos la siguiente simbología:

O = Comportamiento estructural del edificio de 8 niveles + sótano

X = Análisis Estático no lineal.

-X= Análisis Dinámico lineal.

M = Medición de la variable dependiente “Cortantes y Desplazamientos”

Estudio únicamente con post - test

OXM

4.3. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO / POBLACIÓN

La población de estudio son todas las edificaciones altas de la ciudad de Pucallpa.

4.4. MUESTRA

Para la investigación, la elección de la muestra es no probabilística, utilizando el muestreo intencional o de conveniencia, se elegirá al Bloque 1B de la sede del GOREU.

4.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTOS DE DATOS

4.5.1. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fuente Primaria: Los datos para realizar el modelamiento en el software será entregado por el Gobierno Regional de Ucayali.

La técnica es guía de observación.

Fuente Secundaria: Reglamentos Nacionales e internacionales, libros, tesis, cursos. La técnica es revisión documental.

4.5.2. PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

El procesamiento y la presentación de datos realiza en el software ETABS, y también se usa hojas de Excel, se tomará la información de mayor inferencia y se presentará con gráficos.

V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

5.1. POTENCIAL HUMANO

Está conformado por el Tesista

5.2. RECURSOS MATERIALES

Se tiene cuenta principalmente lo siguiente

Material bibliográfico

- Libros
- otros

Material de escritorio

- Papel bond A4
- Tinta impresión
- Otros

Equipos de Oficina

- Laptop
- Impresora
- USB
- Otros

5.3. RECURSOS FINANCIEROS

El gasto ocasionado está a cargo del Tesista, y el desglose de los costos está especificado en el ITEM 5.5 Presupuesto

5.4. CRONOGRAMA DE GANTT

El proyecto se inicia el 01 de diciembre del 2020, siguiendo con la programación culminaría el 29 de junio del 2021:

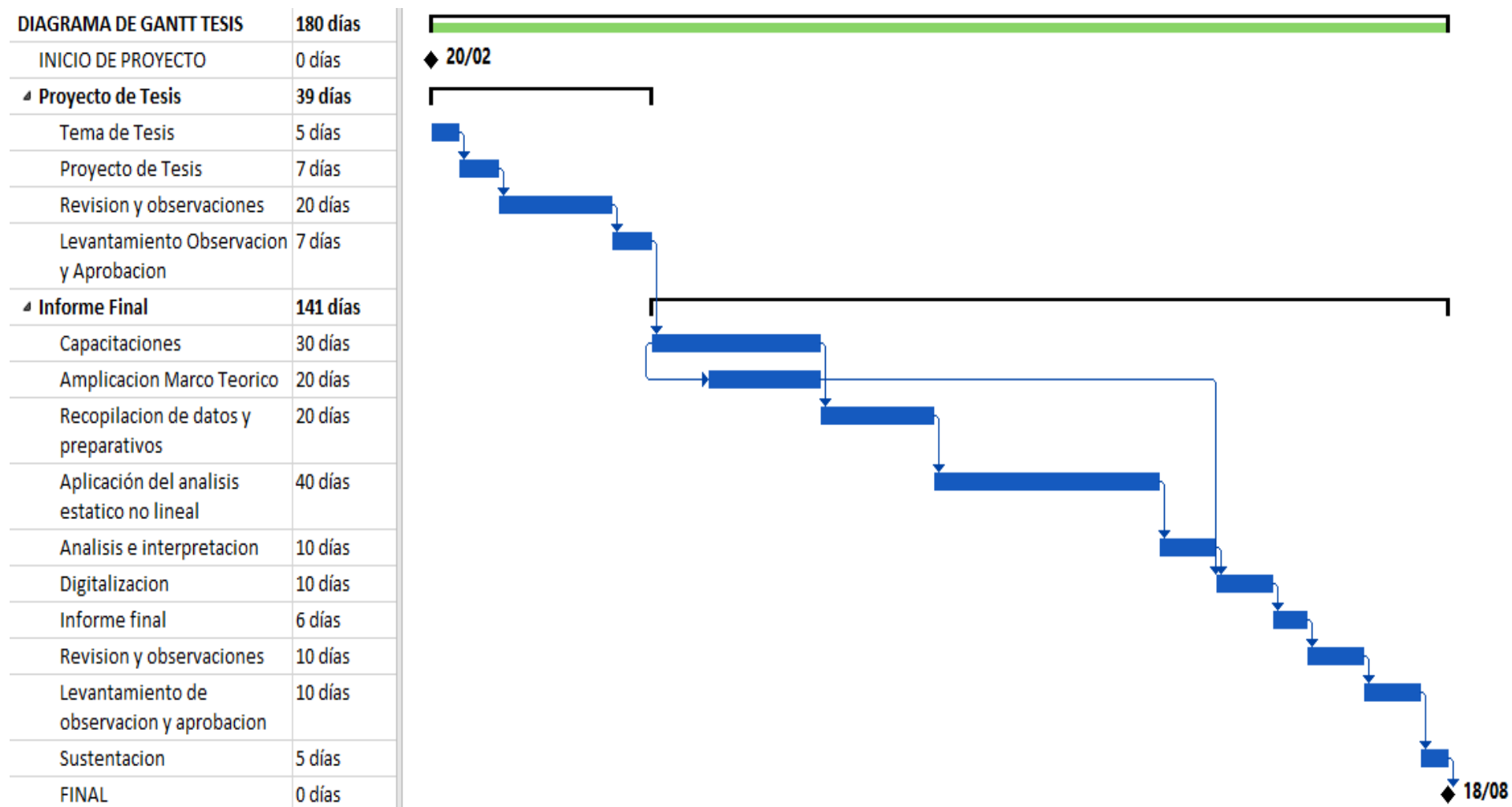


Figura 2. Diagrama de Gantt de la tesis. Fuente: Elaboración propia

5.5. PRESUPUESTO

AREAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
MATERIALES Y EQUIPOS	CURSOS	Und	2	1350
	MATERIAL BIBLIOGRAFICO			
	Libros	global	1	100
	Otros	global	1	30
	MATERIAL DE ESCRITORIO,EQUIPOS			
	Papel Bond A4	Millar	1	25
	Tinta Impresión	und	4	160
	USB	und	1	60
	Bateria Laptop	und	1	200
	otros	global	1	89
	COSTO FINAL			2014

Tabla 2. Presupuesto de tesis. Fuente: Elaboración propia

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. BIBLIOGRAFIA FISICA

En el proyecto de tesis no se usó bibliografía física, en el informe final se agregará tales bibliografías.

6.2. BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

American Society of Civil Engineers. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (ASCE 41-13)*. Virginia: ASCE.

Delgadillo, J. (2005). Analisis no lineal estatico de estructuras y la norma E-030. *(Tesis para optar el grado de Maestro)*. Universidad Nacional de Ingenieria, Lima.

Duarte Bonilla, C. E., Martinez Chavarria, M. E., & SantaMaria Diaz, J. J. (2017). Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de el salvador. *(Tesis para Optar el Titulo)*. Universidad de el Salvador, San Salvador.

ANEXO

-Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES E INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
ANALISIS ESTATICO NO LINEAL(PU SHOVER) EN UN EDIFICIO DE 8 NIVELES + SOTANO-BLOQUE 1B DE LA SEDE DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	Problema General ¿Cuál es el comportamiento estructural del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño?	Objetivo General Determinar el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.	Hipotesis General El análisis estático no lineal permite comprender el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.	Variable Independiente Análisis Estático no Lineal	Dimensiones Curva de Capacidad -Máximo sismo -Sismo de Diseño	Fuentes Primarias Guía de observacion	Tipo de Investigacion Aplicativa ,Mixta (Cualitativa y cuantitativa) Nivel de Investigacion Experimental - Aplicativo: Se implementará un análisis estático no lineal para determinar el comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano en el rango inelástico, todo ello se realizará en el software de Diseño Estructural
	Problemas Específicos • ¿Cuál es el desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso?	Objetivos Específicos • Determinar el desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso.	Hipotesis Específicos • El desplazamiento máximo del edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso, sobrepasa a lo estipulado en la norma Técnica Peruana E.030.	Variable Dependiente Comportamiento del edificio de 8 niveles + sótano al sobrepasar su capacidad elástica de diseño.	Indicadores -Periodo fundamental -Desplazamientos -Cortante Basal -Aceleraciones	Fuentes Secundarias revisión documental Unidad de medida de Indicadores -segundos -cm -Tn -kg.m/s^2	Poblacion Todas las edificaciones altas de la ciudad de Pucallpa.
	• ¿Cuál es el Cortante Basal máximo que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso?	• Determinar el Cortante Basal máximo que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del Colapso.	• El máximo cortante Basal que resiste el edificio de 8 niveles + sótano antes del colapso, es menor que el cortante Basal generado por el máximo sismo				Muestra No probabilística - muestreo de conveniencia, la edificación elegida es el Bloque 1B de la sede del GOREU.
	• ¿Cuál es el Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo sismo	• Determinar el Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo	• El Factor de Reducción de fuerzas sísmicas adecuado, para el diseño del edificio de 8 niveles + sótano, con respecto al máximo sismo de diseño esperado, es diferente del propuesto por la norma Técnica Peruana E.030.				Modelo del diseño Estudio post test <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">O.....X.....M</div> O =Comportamiento estructural del edificio de 8 niveles + sótano . X = Análisis Estático no lineal. -X=Análisis Dinámico lineal. M= Cortantes y Desplazamientos