



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del coeficiente de reducción para diseño estructural,
edificio centro tecnológico Universidad José María Arguedas
aplicando método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carrión Abollaneda, Richard (ORCID: 0000-0002-1875-4180)

Ligarda Samanez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0001-7519-8355)

ASESOR:

MS. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000 0001 8625 3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A cada una de las personas que siempre estuvieron a nuestro lado en los momentos buenos y malos, por todo su apoyo durante esta travesía que emprendimos hace algunos años y hoy concluimos satisfactoriamente con esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

Damos un agradecimiento muy especial a la UCV quien nos brindó la oportunidad de poder obtener el título profesional de Ingeniero Civil, asimismo al asesor MS. Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola por sus consejos y apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.3.1. Justificación teórica	5
1.3.2. Justificación practica	5
1.3.3. Justificación económica	5
1.4. Objetivo general y específicos.....	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas.....	6
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.....	8
2.2. Marco teórico.....	11
2.2.1. Análisis estructural	11
2.2.2. Análisis lineal	11
2.2.3. Análisis estático no lineal – Pushover	11
2.2.3.1. Características del Análisis Pushover.....	13
2.2.3.2. Limitaciones del Análisis Pushover.....	13
2.2.3.3. Procedimiento del Análisis Pushover.....	13
2.2.3.4. Curva de capacidad.....	14
2.2.4. Rotulas plásticas.....	17
2.2.5. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.....	17
2.2.5.1. Según norma técnica de diseño sismorresistente E.030	17

2.2.5.2.	Coeficiente de reducción con el Análisis Estático No Lineal.....	17
2.2.6.	Diseño estructural	18
2.2.7.	Definición	18
2.2.7.1.	Proceso del diseño estructural.....	18
2.2.8.	Criterios de estructuración	19
2.2.8.1.	Simplicidad y simetría	19
2.2.8.2.	Resistencia y ductilidad.....	19
2.2.8.3.	Hiperestiticidad y monolitismo	19
2.2.8.4.	Uniformidad y continuidad de la estructura	20
2.2.9.	Análisis estructural	20
2.2.10.	Predimensionamiento de los elementos estructurales.....	20
2.2.10.1.	Predimensionamiento de losa aligerada.....	20
2.2.10.2.	Predimensionamiento de viga.....	21
2.2.10.3.	Predimensionamiento de columnas.....	21
2.2.10.4.	Predimensionamiento de placas.....	22
III.	METODOLOGÍA.....	24
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	24
3.1.1.	Tipo de investigación.....	24
3.1.2.	Diseño de investigación	24
3.2.	Variables y operacionalización	25
3.3.	Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	26
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5.	Método de análisis de datos.....	26
3.6.	Aspectos éticos	26
IV.	RESULTADOS	27
4.1.	Descripción del proyecto	27
4.2.	Ubicación del proyecto	27
4.3.	Dimensiones del proyecto	27
4.4.	Parámetros geotécnicos para el tipo de la edificación.....	28
4.5.	Configuración estructural.....	28
4.5.1.	Numero de ejes.....	28
4.5.2.	Número y altura de pisos	29
4.7.	Análisis sísmico	31

4.7.1.	Propiedades del material.....	32
4.7.2.	Propiedades no lineales del concreto	33
4.7.3.	Propiedades de elementos estructurales	33
4.7.3.1.	Propiedades de la losa aligerada.....	34
4.7.3.2.	Propiedades de las columnas:.....	35
4.7.3.3.	Propiedades de las vigas	35
4.7.4.	Asignación de patrones de cargas	37
4.7.4.1.	Asignación de masas.....	37
4.7.4.2.	Asignación de combinaciones de carga.....	37
4.7.4.3.	Análisis modal de la Norma E.030	38
4.7.5.	Asignación de rotulas plásticas	39
4.7.6.	Ingreso de patrones de cargas para el AENL	42
4.7.7.	Ubicación de rotulas plásticas de vigas y columnas	43
4.8.	Verificación del coeficiente (R) con en AENL	45
4.8.1.	Coeficiente de reducción (R) en el eje x.....	45
4.8.2.	Coeficiente de reducción (R) en el eje y.....	46
4.9.	Análisis de resultados obtenidos	47
V.	DISCUSIÓN.....	49
VI.	CONCLUSIONES.....	53
VII.	RECOMENDACIONES	55
	REFERENCIAS.....	56
	ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	25
Tabla 2. Altura y altura acumulada de pisos.....	30
Tabla 3. Parámetros Sísmicos del proyecto.....	31
Tabla 4. Cargas vivas y cargas muertas de la edificación.....	32
Tabla 5. Características del Acero Corrugado de la fábrica aceros Arequipa	34
Tabla 6. Análisis de resultados del coeficiente de reducción R.....	47
Tabla 7. Comparación de resultados del coeficiente R, Ávila con Carrión y otros	49
Tabla 8. Comparación de resultados del coeficiente R, Gálvez con Carrión y otros	50
Tabla 9. Comparación de resultados del coeficiente R, Padilla con Carrión y otros	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Infografía sismográfica del Perú (El Comercio, 2017).....	2
Figura 2. Infografía sismográfica del Perú (Comercio, 2019).....	3
Figura 3. Curva de capacidad idealizada (ASCE/SEI, 2014).....	15
Figura 4. Tipos de ductilidad (Gioncu & Mazzolani, 2001)	15
Figura 5. Objetivos del análisis estructural.....	20
Figura 6. Longitud de luz libre entre ejes.	21
Figura 7. Sección de la columna.	22
Figura 8. Ubicación de la edificación.....	27
Figura 9. Vista en planta del proyecto de edificación	29
Figura 10. Vista en elevación del proyecto de edificación.....	29
Figura 11. Elementos estructurales del proyecto de edificación.....	30
Figura 12. Vista en planta de los elementos estructurales del proyecto de edificación	31
Figura 13. Espectro de respuesta sísmica	32
Figura 14. Propiedades no lineales del concreto en ETABS.....	33
Figura 15. Definición de las características de la barra de acero.....	34
Figura 16. Diseño típico de la losa aligerada en una dirección	34
Figura 17. Propiedades de las columnas definidas en el programa ETABS	35
Figura 18. Propiedades de las vigas definidas en el ETABS	36
Figura 19. Propiedades no lineales de vigas y columnas.....	36
Figura 20. Asignación de porcentajes de masas según norma E.030.....	37
Figura 21. Combinación de cargas para la estructura.....	38
Figura 22. Asignación de los modos de vibración	39
Figura 23. Definición de rotulas plásticas en columnas y vigas.....	40
Figura 24. Propiedades de rotulas plásticas en corte en viga	40
Figura 25. Propiedades de rotulas plásticas en corte en columna	41
Figura 26. Propiedades de rotulas plásticas en flexión en viga.....	41
Figura 27. Propiedades de rotulas plásticas en flexión compresión biaxial.....	42
Figura 28. Ingreso de fuerzas horizontales para el AENL en el eje X	42
Figura 29. Ingreso de fuerzas horizontales para el AENL en el eje y.....	43
Figura 30. Ubicación de las rotulas plásticas en vista en 3D	43
Figura 31. Vista en elevación de las rotulas plásticas	44

Figura 32. Vista de rotulas plásticas cuando aparecen en la estructura	44
Figura 33. Fuerza cortante vs desplazamiento en el eje X.....	45
Figura 34. Fuerza cortante vs desplazamiento en el eje Y.....	46
Figura 35. Coeficientes de reducción en el eje X e Y.....	48

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo, evaluar el coeficiente de reducción para el diseño estructural en el edificio del Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas (UNAJMA) ubicado en la provincia de Andahuaylas y región Apurímac, para tal efecto se utilizó la metodología Pushover, la cual consistió en realizar un análisis estático no lineal (AENL), que permitió el estudio de la estructura en una etapa no lineal, mediante la aplicación de cargas que generaron rótulas plásticas en el edificio evaluado.

Los resultados que se obtuvieron y que fueron analizados en el presente trabajo, permitieron evaluar la infraestructura en dos sentidos, lográndose obtener los coeficientes de reducción de la fuerza sísmica en una estructura aporticada de dos niveles. Se llegó a la conclusión de que mediante el AENL-Pushover, se pueden alcanzar resultados más precisos y confiables en lo que respecta al coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R), además, cuando los valores obtenidos se compararon con la norma técnica peruana E.030 de diseño sismorresistente, resultaron ser menores tanto en el eje X como en el eje Y.

Para la obtención del modelo se utilizó el programa ETABS versión 2018, con la finalidad de determinar el grado de desempeño de la edificación en función de los objetivos planteados.

Palabras Clave: Análisis estático no lineal – Pushover, coeficiente de reducción de fuerza sísmica, rotulas plásticas, fuerza sísmica.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the reduction coefficient for the structural design in the building of the Technological Center of the José María Arguedas National University (UNAJMA) located in the province of Andahuaylas and the Apurímac region, for this purpose the Pushover methodology was used , which consisted in performing a non-linear static analysis (AENL), which allowed the study of the structure in a non-linear stage, by applying loads that generated plastic hinges in the evaluated building.

The results that were obtained and that were analyzed in the present work, allowed to evaluate the infrastructure in two directions, obtaining the coefficients of reduction of the seismic force in a two-level porticoed structure. It was concluded that by means of the AENL-Pushover, more precise and reliable results can be achieved regarding the coefficient of reduction of seismic force (R), in addition, when the values obtained were compared with the Peruvian technical standard E. 030 earthquake-resistant design, were found to be lower on both the X axis and the Y axis.

To obtain the model, the ETABS version 2018 program was used, in order to determine the degree of performance of the building based on the objectives set.

Keywords: Nonlinear static analysis - Pushover, seismic force reduction coefficient, plastic hinges, seismic force.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo los movimientos sísmicos de gran magnitud son cada vez más recurrentes, los cuales son originados por la gran energía que se desprende cuando colisionan las placas tectónicas, es por este motivo que muchas ciudades en el orbe y en especial en el cinturón de fuego del pacífico, realicen construcciones seguras en sus estructuras, con la finalidad de que estas soporten los daños sísmicos durante los terremotos.

Actualmente en el Perú y especialmente durante los últimos años, se puede observar que no existen sismos de gran intensidad, éste hecho puede ser considerado como una alerta, para las entidades nacionales que trabajan la gestión del riesgo de desastres (GRD), por lo que haciendo prospectiva debería empezarse a tomar previsiones ante eventuales movimientos sísmicos de gran escala en todas las regiones del país, por lo que la provincia de Andahuaylas perteneciente a la región Apurímac no puede ser la excepción.

En naciones vecinas del país como: Chile, Ecuador y Colombia se vienen utilizando diferentes métodos de análisis estructural, que han sido incorporados en su normativa nacional.

Cuando se hace el diseño de una estructura aporticada es importante conocer el coeficiente de reducción sísmico, por su importancia durante los terremotos. Se debe hacer una evaluación de dicho coeficiente para que no falle la estructura que se estudie, lo que conllevaría a una adecuada GRD y por ende a la protección de vidas humanas. En el Perú para el mencionado análisis se utilizan los parámetros que se pueden obtener de la norma E.030 de diseño sismoresistente que fue modificada en el año 2016, la cual utiliza análisis estático-dinámico en el rango elástico.

La presente investigación utilizó un análisis estático no lineal (Pushover) que tiene un rango más amplio que lo indicado en la norma, lo que permitió obtener un modelamiento más cercano a la realidad.

1.1. Realidad problemática

En la última década en todo el planeta vienen ocurriendo desastres naturales, entre los que podemos destacar a los terremotos, los cuales están causando grandes daños a la población mundial, en el Perú este fenómeno se mantiene en un llamado “Silencio Sísmico” durante los últimos 10 años, pues no ocurren sismos de gran escala, esto nos indica que debemos estar alertas y preparados frente a posibles eventos sísmicos de gran magnitud.

En el diario El Comercio se presentó a través de una infografía, los sismos más fuertes que ocurrieron en el año 2017 y en las últimas décadas con información del Instituto Geofísico del Perú, lo cual puede apreciarse en la Figura 1.

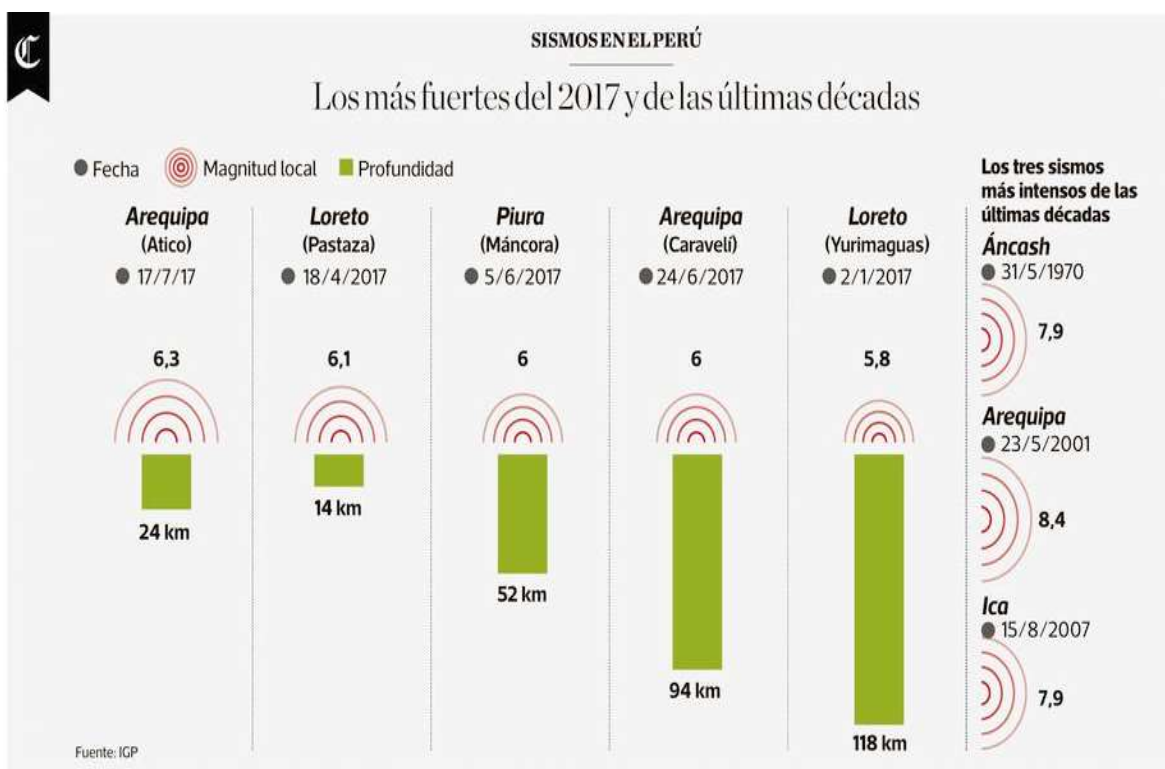


Figura 1. Infografía sismográfica del Perú (El Comercio, 2017)

Del mismo modo el diario El Comercio vuelve a realizar una presentación infográfica de los sismos más fuertes ocurridos durante el año 2019, donde se puede apreciar un incremento en las escalas de intensidad sísmica (Figura 2).



Zonas de la selva sufrieron con más frecuencia el fenómeno

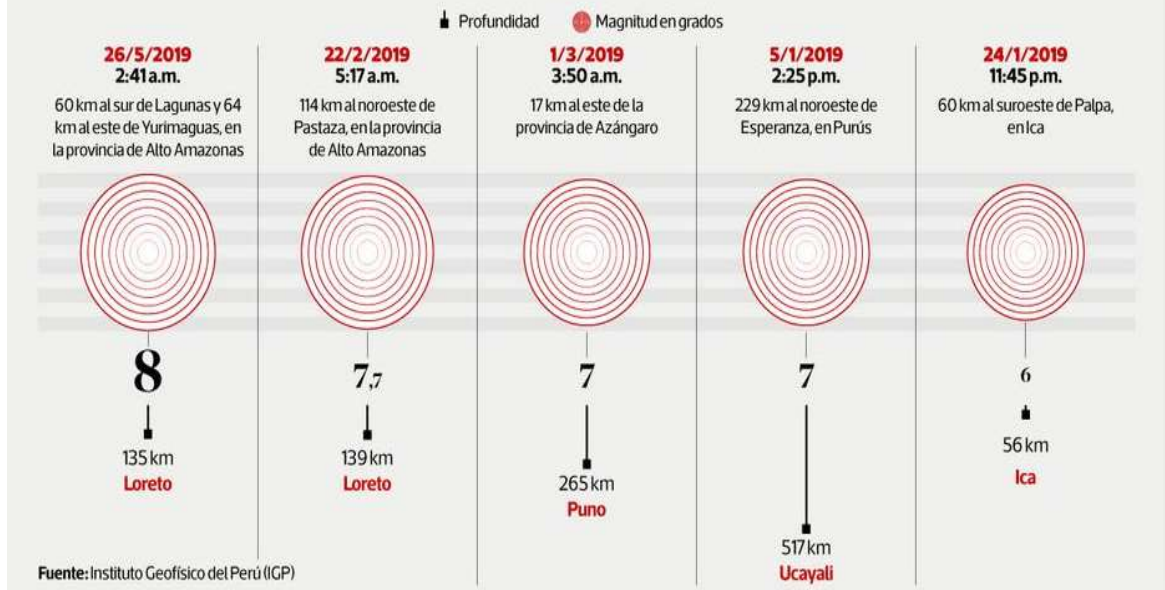


Figura 2. Infografía sismográfica del Perú (Comercio, 2019)

Observando las representaciones mostradas anteriormente, se puede apreciar un incremento en la magnitud sísmica ocurrida en el Perú, durante estos dos periodos de análisis. Frente a estos acontecimientos sísmicos que se presentan a nivel nacional y mundial, algunos países se encuentran aplicando diferente metodología para analizar y evaluar el comportamiento estructural de sus edificaciones, como ocurre en el país vecino del Ecuador que la aplica en su normativa de la construcción actualizada en el 2015. De similar modo en el Perú se cuenta con normativa técnica sobre el tema, en la que se establecen las condiciones básicas de diseño para infraestructuras nuevas, las cuales puedan tener un adecuado comportamiento sísmico, así también se aplica para refuerzo de estructuras que ya existen o que es necesario repararlas por daños ocasionados por terremotos.

Cuando se diseña una estructura el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, presenta gran importancia ya que es la responsable de reducir las fuerzas sísmicas para el diseño de estructuras seguras que tengan menores demandas, esto significa que cuando un sismo se presente con su demanda real, la cual será mayor y por consiguiente hará que la estructura falle, pero sin llegar al colapso de la misma forma, lo mencionado anteriormente es uno de los principios que presenta

la Norma E.030, cuya finalidad en su aplicación es evitar la pérdida de vidas humanas durante los desastres, es por ello la importancia de estudiar el coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R) haciendo un AENL, el cual se evaluó en un edificio aporticado.

Los análisis sísmicos de todas las estructuras que se encuentran en el Perú, son realizadas utilizando los parámetros propuestos en la normativa vigente, la cual describe el análisis de las estructuras a través de la teoría lineal elástica y dinámica, el análisis a través del método PUSHOVER tiene un alcance mayor al rango mencionado, el cual mide el desempeño de la estructuración del edificio y evalúa el comportamiento de las estructuras de las edificaciones ante un posible evento sísmico verdadero.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo es la evaluación del Coeficiente de Reducción para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la sobrerresistencia aplicada en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?
- ¿Cuál es la ductilidad aplicada en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?
- ¿Cuál es el diseño estructural más óptimo, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

Según (Collado, 2015) menciona sobre este ítem, que son las razones por las que llevan a cabo las investigaciones, tomando en cuenta aspectos conceptuales que luego serán aplicados, de este modo es que el presente estudio analizó e interpretó el coeficiente de reducción (R) de una edificación construida en dos niveles a través de un sistema aporticado aplicando el método AENL-Pushover.

1.3.2. Justificación practica

Es la razón de la investigación desde un punto de vista aplicado a la vida real, la cual plantea un aporte relevante que contribuirá a la solución de una problemática en escenarios reales. Por lo tanto, se justifica este estudio en el desarrollo del diseño estructural y la aplicación del AENL-Pushover, en el edificio del Centro Tecnológico de la UNAJMA, de modo tal, que se pueda entender la respuesta de la estructura para el logro de los objetivos inicialmente planteados (Collado, 2015).

1.3.3. Justificación económica

En todo gran terremoto, es frecuente, que el número de vidas que se pierdan sean elevadas, también se ven afectadas las economías de los que viven en una determinada población, debido a que el daño que se producen por fallas en las estructuras es bastante oneroso y letal.

En gran parte, estos casos se deben a que no se existe aún, una cultura de aplicación del AENL-Pushover en el Perú, los cual evitaría las lamentables pérdidas de vidas humanas y las complementarias pérdidas económicas que acarrear los sismos de gran magnitud.

1.4. Objetivo general y específicos.

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el Coeficiente de Reducción para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la sobrerresistencia aplicada en el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.
- Determinar la ductilidad aplicada en el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.
- Realizar el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El Coeficiente de Reducción obtenido con el método Pushover es igual o diferente al (R) de la norma E. 030 para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La sobrerresistencia obtenida con el método PUSHOVER influye en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020.
- La ductilidad obtenida con el método PUSHOVER influye en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020

- El diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020; será más óptima en su dimensionamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigados a nivel nacional e internacional

Internacional

(González Torres, 2018), realizó el AENL-Pushover, tomando en consideración la ductilidad de la estructura estudiada y comparó sus resultados con los valores de la norma colombiana, notándose que se cumplió con los requerimientos sísmicos de la estructura para el país mencionado.

El método empleado en esta investigación presenta muchas ventajas frente a los métodos tradicionales. Lo que se aprecia es que este método aún no ha sido incorporado en la mayoría de normativas latinoamericanas.

(Filian Pinos & Macías Zamora, 2018), utilizaron el método Pushover para desarrollar un AENL, el cual viene utilizándose en todo el mundo para evaluar las estructuras de las edificaciones sometidas a cargas sísmicas. En esta investigación se utilizó el software ETABS para realizar el modelado, llegándose a la conclusión de que el edificio evaluado no cumplía con los parámetros normados en el Ecuador.

Al evaluar los daños de diferentes tipos de estructuras utilizando la metodología de AENL-Pushover) y usando el programa Seismostruct. Se concluyó que resulta importante hacer una evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico, incluyendo desde luego un comportamiento no lineal en el análisis, se determinó también la existencia de una variación de las diferentes propiedades mecánicas de los materiales frente a posibles sismos severos, al mismo tiempo el autor desarrolló un importante aporte tomando en consideración los niveles que tuvieron las edificaciones estudiadas, notándose que gran parte de los edificios estudiados no cumplían con la normativa vigente, observándose diversos peligros en las estructuras analizadas (Oliva, 2017).

La ciencia de la ingeniería de los terremotos se ha vuelto más compleja y avanza constantemente, el desarrollo de modelos computacionales y el aumento de las posibilidades de usar programas de computadora ha facilitado el análisis

estructural. Las diferencias regionales en los niveles de sismos, los cambios en las tecnologías de construcción y las condiciones económicas también hacen que las regulaciones difirieran ligeramente entre los países. Los autores evaluaron las diferencias en los procedimientos de cálculo y control de TEC-2007, TBEC-2018 y ASCE 7-16. Aunque no hay una diferencia significativa en el procedimiento de cálculo, hay cambios considerables en las fuerzas sísmicas con los cambios en las propiedades del suelo y los valores de aceleración del sismo. Al final del estudio, Se observó que TBEC-2018 se basó en más aceleración sísmica que ASCE, dependiendo de parámetros como el número de pisos y las propiedades del terreno. Una situación similar es válida en el análisis no lineal. Los valores de desplazamiento de demanda de ASCE fueron inferiores a los códigos del país de la investigación. TBEC-2018 revela menos demandas de desplazamiento en edificios de gran altura que TEC-2007. Los resultados más cercanos para las tres regulaciones se produjeron en terrenos más suaves. Está claro que se pueden lograr resultados diferentes en los estudios futuros cambiando el tipo de estructura, geometría y tipo de sistema portador (Aksoylu, Mobark , Hakan Arslan , & Hakki Erkan, 2020)

Se evaluó el desempeño de un edificio público de cinco pisos reforzado con pórticos de concreto dúctil, para ser construido sobre un suelo rígido en la zona de mayor riesgo sísmico de Cuba. Los niveles de resistencia se tomaron de la norma de diseño sismorresistente cubana NC 46: 2014. Los niveles de rendimiento se determinaron mediante análisis estático no lineal, el modelado se desarrolló utilizando el programa computacional SAP 2000, utilizando la opción de bisagra plástica generada por el programa, sobre la base de un modelo experimental de acero cubano G40 (Deulofeu, Ruiz, & Martínez, 2016)

Nacional

(Paredes Calderón , 2020), utilizó un diseño no experimental del tipo descriptivo, para el muestreo se utilizó un método no probabilístico a juicio del investigador. La técnica e instrumentos utilizados en el estudio fueron el análisis de documentos y fichas de recolección de datos respectivamente, el software utilizado fue el ETABS versión 18. En sus conclusiones se observó que la estructura del edificio estudiado

tuvo mejor comportamiento en el eje X que en el eje Y, indicándose que es determinante el desarrollo de análisis no lineales ya que éstos permiten observar un comportamiento cercano al modelo real de un edificio ante eventuales terremotos.

(Avila Ramirez, 2018), centró su atención en obtener los valores del coeficiente de reducción (R) para una edificación aporricada, para luego compararlos con los valores del coeficiente de reducción de la normativa peruana. El autor concluyó que el valor de R en el eje X y eje Y de la estructura aporricada estudiada, excede el coeficiente R de la norma peruana vigente que es igual a ocho, lo que en términos de análisis estructural está bien, valores menores indicarían problemas en la cortante basal y una influencia directa en el análisis sísmico estructural del edificio en estudio.

En otra tesis se aplicaron al edificio en estudio, cargas sísmicas laterales, tanto en el eje X como en el eje Y, las cuales fueron incrementadas intencionalmente y de manera secuencial, para evaluar la estructura ante la eventualidad de un sismo severo, se utilizó el software ETABS versión 16 y se comparó los resultados obtenidos con la norma E.030 (Castañeda & Guevara, 2019).

En otra investigación, el modelado también se hizo usando el software ETABS, realizándose una verificación con la norma peruana E.030, la no linealidad fue asignada por medio de rótulas plásticas según la norma ASCE 41-13. Se determinó un desempeño sísmico no aceptable para la estructura del edificio en estudio, que fue sometido a un terremoto de diseño. Finalmente se propuso un reforzamiento en los elementos estructurales estudiados (Fernández, 2018)

Se estudió la relación del coeficiente de reducción sísmica de la norma E.030 y el R obtenido de la relación de la fuerza elástica máxima y fuerza inelástica (relación de resistencia lateral). Para lo cual se aplicó el análisis incremental push over, calculándose la resistencia y el desplazamiento de la estructura en estudio y comparándose con los valores de R propuestos por la normativa peruana, por lo

que es importante ampliar el conocimiento en la zona inelástica de las estructuras ante eventuales terremotos severos (Illacanchi, 2019).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Análisis estructural

Una estructura describe un sistema cuya función es transmitir cargas y puede estar formada por uno o varios elementos.

Las cargas actuantes sobre la estructura general: fuerzas axiales, momentos flectores, fuerzas cortantes, torsión etc. (solicitaciones) sobre los miembros que la forman. Estas solicitudes provocan sobre cada uno de los miembros una serie de deformaciones, que en su conjunto dan origen a los desplazamientos de los diferentes puntos de la estructura. Conocer las características del sistema es fundamental para predecir el comportamiento del mismo ante las acciones que sobre ella actúan, sean estas cargas, desplazamientos, cambios de temperatura etc. A este comportamiento lo llamamos respuesta del sistema estructural, y el procedimiento para determinar esta respuesta es conocido como Análisis Estructural. Es el procedimiento mediante el cual es posible obtener la respuesta de un sistema estructural ante un estado específico de cargas (Chávez, Meléndez, Sinchi, & Hurtado, 2013).

2.2.2. Análisis lineal

Cuando se definen las propiedades de la infraestructura como son la amortiguación y la rigidez, las cuales no sufren ninguna alteración en el tiempo, por lo que los movimientos horizontales y los cortantes presentan proporcionalidad directa, teniendo una función lineal en la curva esfuerzo vs deformación en el punto de cadencia (Calcina, 2017).

2.2.3. Análisis estático no lineal – Pushover

La aplicación en el Perú del análisis estático de carga incremental no lineal, denominado Pushover, es importante porque:

“Permite estimar como es que la estructura, va responder, teniendo en cuenta la fuerza cortante y el desplazamiento del nivel de cubierta, cuando

se la somete a fuerzas en el eje horizontal y variando el valor de su altura. El protocolo del AENL se desarrolla en el siguiente orden: Primero, a la edificación sin ningún tipo de daño inicial, se le aplica secuencialmente y en todos sus pisos, fuerzas laterales, hasta obtener un registro de que algunos elementos estén por encima de la barrera elástica. En segundo lugar, la infraestructura sufre una modificación debido al deterioro de su resistencia y a la disminución de la flexión rígida de los elementos estructurales que formaron parte del rango inelástico” (Poma de la Cruz, 2018).

Podría decirse que “Es el estudio en el que las propiedades de la estructura sufren una variación en el tiempo, en su desplazamiento y en el valor de su carga, las cuales pertenecen a la zona no proporcional del diagrama esfuerzo-deformación y se ubican en la parte no proporcional donde no se superponen” (Chopra, 2014).

Podría mencionarse también que “Este procedimiento tiene un modelo con características no lineales de carga-deformación, a la cual se aplicarán cargas laterales incrementales, las cuales representan fuerzas de inercia, producidas por su masa, ante una posibilidad sísmica hasta alcanzar un desplazamiento objetivo” (Fema 356, 2000).

Se sabe que el análisis estático no lineal (Pushover), propuesto por los códigos sísmicos como método de evaluación sísmica, no controla adecuadamente la distribución en elevación de las demandas sísmicas de deformación angular inelástica de los pisos del edificio. Las deformaciones angulares del piso (también conocidas como relaciones de deriva entre pisos o rotaciones de deriva del piso) son el parámetro más crítico para las demandas de ductilidad sísmica, mientras que la aplicación del método anterior en edificios de varios pisos en planta no regulares a menudo conduce a una incertidumbre en la estimación de las demandas sísmicas de deformación angular del suelo. Esto se debe a que los procedimientos de análisis estático no lineal propuestos por diversas normativas, no estiman racionalmente las oscilaciones torsionales de los diafragmas del piso alrededor del eje vertical dentro del área de respuesta no lineal (Athanasios & Triantafyllos , 2021).

2.2.3.1. Características del Análisis Pushover

Según (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019) estas particularidades están referidas a que se observa una:

“Transformación de un sistema de muchos grados de libertad a un sistema que equivale a un solo de ellos, lo cual permite la determinación del diagrama de capacidad, el cálculo y evaluación de la ductilidad de la infraestructura, lo cual logra la identificación secuencial de las grietas, los mecanismos de fallas, fluencias y falla de los elementos que conforman el edificio, el estado del límite del servicio, la deformación y cortantes en la estructura analizada”.

2.2.3.2. Limitaciones del Análisis Pushover

Para los mismos autores (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019), las limitaciones están referidas a qué:

“El porcentaje de resistencia $\mu_{strength}$ (medida de no linealidad) debería presentar valores menores que su valor máximo μ_{max} (medida de la degradación del sistema). Si no se cumpliera este supuesto, es necesario realizar un protocolo de evaluación dinámica que permita la confirmación de la estabilidad dinámica de la estructura, $\mu_{strength}$ y μ_{max} se calculan aplicando la metodología de los coeficientes. Los modos superiores de vibración no deberían presentar influencia en la respuesta global de la infraestructura. Esto se comprueba realizando primero un análisis modal con un noventa por ciento de masa participativa y en otro considerando el primer modo de vibración, si este excede en un ciento treinta por ciento al cortante obtenido en la segunda parte, se considera significativo a los modos superiores. Por lo que debería llevarse a cabo además del AENL un AEL”.

2.2.3.3. Procedimiento del Análisis Pushover

Diversos autores han establecido protocolos secuenciales para obtener resultados confiables, que pueden llevarse a cabo en el siguiente orden:

“Primero se realiza la definición del modelo matemático de la infraestructura, el cual debe incorporar las propiedades de fuerza-deformación no lineal de los elementos estructurales, tomando en cuenta la información de la norma ASCE/SEI 41-13, en segundo lugar se debe hacer la definición del nodo de

control, cuya ubicación será en el centro de masa del último piso de la infraestructura en análisis, en tercer lugar se hará la aplicación de patrones de cargas laterales las cuales serán proporcionales al modo fundamental incrementándose monotónicamente, En cuarto lugar, se debe realizar la obtención del diagrama de capacidad mediante el registro de la fuerza de corte basal y el desplazamiento del nodo de control, también se debe determinar la fuerza y deformación de cada uno de los elementos estructurales, para posteriormente, poder llevar a cabo la comparación con sus diagramas $(M - \theta)$ respectivos. Finalmente, realizar un análisis independiente incrementando cargas laterales a partir de la última aplicación y obtener de este modo el diagrama de capacidad idealizado que se requiere” (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019).

(Najam, Rodrigues, Elnashai, & Calvi, 2018), indican que existen: “Varios NSP se basan en la idea de que los modelos estructurales no lineales detallados de edificios pueden idealizarse como sistemas equivalentes de un solo grado de libertad (SDF). Las curvas de empuje reales de una estructura completa se pueden idealizar para representar una relación fuerza-deformación no lineal. Esta relación se asigna a un sistema SDF equivalente que luego se espera que represente el modelo estructural no lineal detallado. En otras palabras, un SDF equivalente se "asigna" al comportamiento global real del modelo estructural detallado”.

2.2.3.4. Curva de capacidad.

Es la curva, cuya representación permite observar el desplazamiento del último nivel de la infraestructura en función de la fuerza cortante basal, la cual se puede observar en la Figura 3.

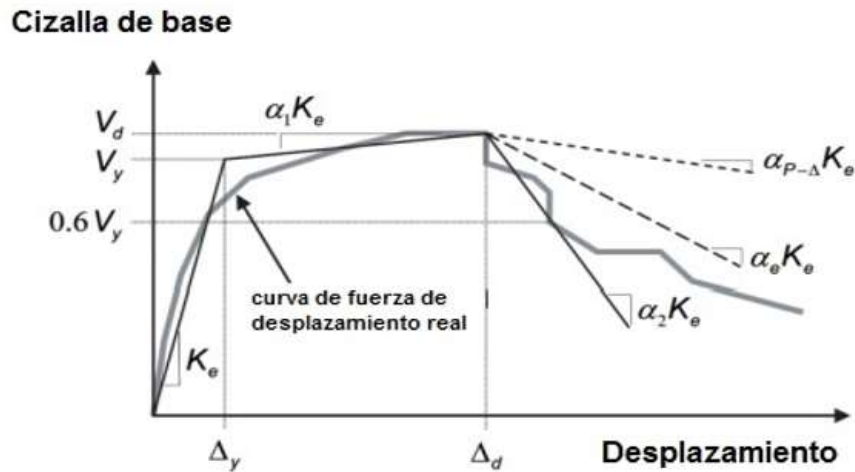


Figura 3. Curva de capacidad idealizada (ASCE/SEI, 2014)

Ductilidad

Para (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019), la ductilidad está definida como la:

“Capacidad que tienen las estructuras o elementos estructurales para deformarse de manera inelástica, la cual dependerá de los sistemas estructurales, irregularidad y de los materiales que se utilicen en la edificación, los comportamientos dúctiles de secciones de concreto armado se logran debido a la ductilidad del acero de reforzamiento, lo cual permite lograr altas deformaciones después de superar la barrera elástica. En este punto se puede determinar la ductilidad disponible y la ductilidad demandada para un grado de sismo determinado”, lo que se aprecia en la Figura 4.

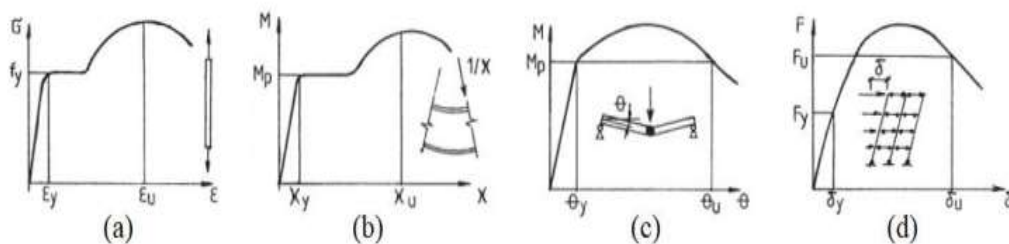


Figura 4. Tipos de ductilidad (Gioncu & Mazzolani, 2001)

- La ductilidad de los materiales o también llamada ductilidad axial (a), que caracteriza a la deformación plástica del mencionado material, se calcula con la siguiente expresión:

$$\mu_\epsilon = \frac{\epsilon_\mu}{\epsilon_\gamma} \dots \text{(ec. 1)}$$

- Las ductilidades de las secciones transversales (b), o también denominadas ductilidades de curvaturas, se refieren a la deformación plástica de las secciones transversales, tomando en consideración que estas partes interactúan entre sí, mediante la siguiente ecuación:

$$\mu_x = \frac{X_\mu}{X_\gamma} \dots \text{(ec. 2)}$$

- Las ductilidades del elemento estructural analizado (c), o también nombrados como ductilidades de rotación, deben considerar las características del elemento, según la siguiente fórmula:

$$\mu_\theta = \frac{\theta_\mu}{\theta_\gamma} \dots \text{(ec. 3)}$$

- Las ductilidades de las estructuras (d), o ductilidades de desplazamientos, que consideran los comportamientos de todas las estructuras, se analizan mediante la siguiente expresión:

$$\mu_\delta = \frac{\delta_\mu}{\delta_\gamma} \dots \text{(ec. 4)}$$

Sobrerresistencia

Para (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019) la sobrerresistencia:

“Es la capacidad incrementada más allá de la barrera elástica, este comportamiento se da en gran parte de la estructura y se calcula mediante el cociente de fuerzas, por lo que esta se define a través de la división de la fuerza cortante de colapso y la fluencia efectiva. Es posible también, hacer el cálculo de este parámetro determinados niveles de terremoto”.

$$SR_{\frac{\mu}{\gamma}} = \frac{V_\mu}{V_\gamma} \dots \text{(ec. 5)}$$

$$SR_{\frac{d}{\gamma}} = \frac{V_d}{V_\gamma} \dots \text{(ec. 6)}$$

Del mismo modo se puede determinar la sobrerresistencia de un elemento estructural con las siguientes fórmulas:

$$SR_{\frac{\mu}{\gamma}} = \frac{M_\mu}{M_\gamma} \dots \text{(ec. 7)}$$

$$SR_{\frac{d}{\gamma}} = \frac{M_d}{M_\gamma} \dots \text{(ec. 8)}$$

2.2.4. Rotulas plásticas.

Se definen como el punto específico de las secciones que son incapaces de resistir mayores momentos a flexiones y las cuales simplemente empiezan a rotar, por lo que la rótula aparece en el punto donde las capacidades fueron excedidas en los edificios” (Flores Barreto, 2003).

2.2.5. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Estudiar estos coeficientes es importante debido a que “Son los factores de reducción de respuesta, que depende de las capacidades de ductilidad que tengan las estructuras; las cuales pueden ser modificadas debido a irregularidades estructurales” (Bondarenko, 2018).

2.2.5.1. Según norma técnica de diseño sismorresistente E.030

Según la (Norma E.030, 2016), el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se calcula de la siguiente manera:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \dots \text{(ec. 9)}$$

Donde:

R_0 = Coeficiente básico de reducción

I_a = Irregularidad en altura

I_p = Irregularidad en planta

En el Anexo 1 se muestran los sistemas estructurales considerados en la normativa peruana.

2.2.5.2. Coeficiente de reducción con el Análisis Estático No Lineal

La fuerza sísmica del AENL presenta un comportamiento en la zona inelástica, la cual está detallada por la sobrerresistencia y ductilidades estructurales obtenidas a partir del diagrama de capacidad” (Aguilar, 2003).

A continuación, se muestran las ecuaciones que se utilizan para su cálculo.

$$R = \Omega \cdot \mu$$

$$\Omega = \frac{V_F}{V_C}$$

$$\mu = \frac{D_F}{D_C}$$

Donde:

R = Coeficiente de reducción de fuerza sísmica

Ω = Sobrerresistencia

V (F;C) = Cortante de fluencia; cedencia

μ = Ductilidad

D (F;C) = Desplazamiento de fluencia; cedencia

2.2.6. Diseño estructural

2.2.7. Definición

La conceptualización básica sobre el diseño estructural se hace necesaria, debido a que se la considera:

“Como un conglomerado de acciones a implementar para la determinación de las propiedades físicas de una infraestructura, de modo que sea factible la absorción de las fuerzas aplicadas que se apliquen a lo largo de la vida útil del edificio sin presentar ningún tipo de alteración, lo que se pretende es que la estructura pueda operar adecuadamente y sin problemas, cuando esté al servicio de las actividades humanas para las cuales estén dirigidas” (Gallo Ortiz, Espino Márquez, & Olvera Montes, 2005),

La definición anterior permitió el desarrollo de los procedimientos que se aplicaron en la presente investigación en una realidad específica y en un contexto actual.

2.2.7.1. Proceso del diseño estructural

Existe un proceso secuencial para el diseño estructural de un edificio, el cual se debe seguir según el siguiente orden:

“En primer lugar se debe hacer la estructuración, en segundo lugar, se desarrolla el análisis, para luego proseguir con el modelado y actividades propias del diseño de los elementos estructurales del edificio. Finalmente, y en tercer lugar se realiza el dimensionamiento” (Gallo Ortiz, Espino Márquez, & Olvera Montes, 2005).

2.2.8. Criterios de estructuración

Cuando se realiza esta tarea, mientras la estructuración sea más complicada, se hará más difícil comprender el comportamiento de la edificación durante un sismo; Se aconseja que el diseño estructural sea lo más sencillo que se pueda, de tal modo que se aproxime lo más que se pueda a la realidad durante su modelamiento sísmico (Blanco Blasco, 2010).

Los aspectos más relevantes que se deben tomar en cuenta para lograr una buena estructuración sismorresistente son:

2.2.8.1. Simplicidad y simetría

Es necesario conocer que la forma simétrica de la edificación, en los dos sentidos es bastante relevante; debido a que, si no se tienen las consideraciones simétricas mínimas durante la estructuración, se tendrán solicitaciones en torsión mayores, lo cual provocará mayores daños en el edificio durante los movimientos sísmicos (Blanco Blasco, 2010).

2.2.8.2. Resistencia y ductilidad

Existe una importancia en conceptualizar la resistencia y ductilidad debido a que, los edificios deben contar con resistencias sísmicas en ambos sentidos, las cuales tienen que ser lo más ortogonales posibles, para que de este modo los elementos estructurales sean lo más estables posibles en el edificio, es importante también, dotar a las edificaciones con valores menores a los que provienen de los sismos severos, brindándole así, una ductilidad acorde en el rango inelástico sin que se originen fallas mayores (Blanco Blasco, 2010).

2.2.8.3. Hiperestaticidad y monolitismo

Respecto a este ítem es importante mencionar que, una estructura hiperestática tiene más capacidad de resistencia, debido a que existe la tendencia de generar más rótulas plásticas, las cuales ayudarán a disipar de mejor modo la energía proveniente de los sismos, obteniéndose de esta manera mejor seguridad ante posibles movimientos sísmicos (Blanco Blasco, 2010).

2.2.8.4. Uniformidad y continuidad de la estructura

Está referido a que los edificios deben presentar continuidad en sus estructuras, tanto a nivel de vista superior como en elevaciones, teniendo en consideración que los elementos estructurales no sufran un cambio brusco en su rigidez y de este modo se evite que los esfuerzos se concentren en un solo punto (Blanco Blasco, 2010).

2.2.9. Análisis estructural

Es importante tener presente que cuando se desarrolla un estudio de análisis estructural, se tenga como objetivo: establecer cómo se comporta la estructura, cuando existen determinados escenarios extremos o cuando existan fuerzas que provengan del exterior y puedan causar daño a la estructura (Ottazzi Pasino, 2014), lo cual se puede observar en la Figura 5.

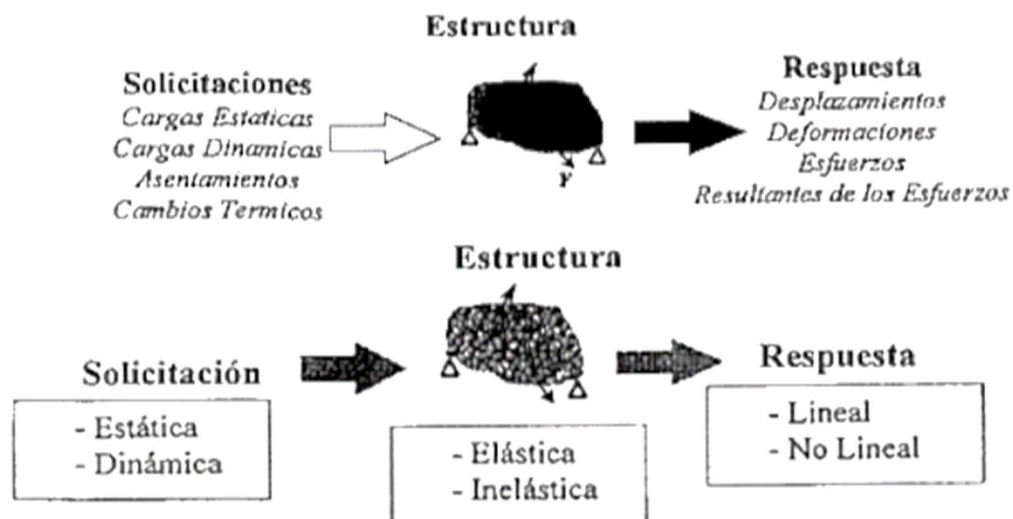


Figura 5. Objetivos del análisis estructural.

Fuente: Apuntes del curso de Análisis Estructural I. (Ottazzi, 2014)

2.2.10. Predimensionamiento de los elementos estructurales

Se realiza mediante la aplicación de diferentes técnicas y metodologías aproximadas, en las cuales se asignan dimensiones a las secciones estudiadas en la estructura que se éste evaluando (Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019).

2.2.10.1. Predimensionamiento de losa aligerada.

(Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019), mencionan que:

“La altura de la losa aligerada en un sentido, se dimensiona utilizando la ecuación diez, formula que está considerada en la normativa peruana E.060, que nos permite la obtención del peralte mínimo para comprobar la deflexión. Se debe tomar en cuenta algunas condiciones respecto a las viguetas (deben ser de diez centímetros de ancho), bloques de ladrillos de treinta centímetros y losas superiores de cinco centímetros que presenten sobrecarga menor a 300 kg/m² y luz menor a 7.5 metros”.

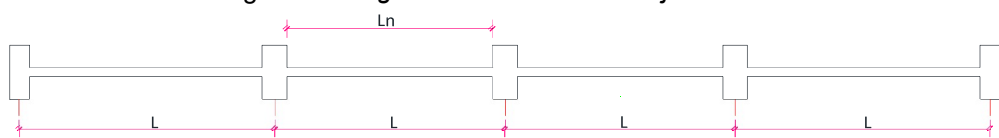
Para el predimensionamiento de la losa aligerada se cumple que:

$$h \geq \frac{L}{25} \dots \text{(ec. 10)}$$

2.2.10.2. Predimensionamiento de viga.

(Blanco Blasco, 2010), menciona que las vigas deben dimensionarse de manera general, considerándose una altura de peralte de un décimo a un doceavo de luz libre, aclarándose que las alturas incluyan un espesor de losa del techo o losa de piso, la anchura será menos relevante que la altura pudiendo ésta tener una variación de entre 0.3 a 0.5 metros de altura. En lo que respecta a la normativa en el Perú de concreto armado, ésta indica que las vigas tengan como ancho mínimo de 25 cm, esta limitación no implica que se puedan tener valores menores, la longitud de luz libre entre ejes se observa en la Figura 6.

Figura 6. Longitud de luz libre entre ejes.



Fuente: Elaboración Propia

2.2.10.3. Predimensionamiento de columnas.

Cuando se desarrolla el pre diseño de columnas, se debe tomar en consideración que, éstas al someterse a carga axial y momentos flectores, deberán dimensionarse considerando estas dos variables, es frecuente que se utilice para el diseño, un método desarrollado en Japón durante el terremoto de Tokachi en el año 1968, donde se observó que muchas estructuras colapsaron por diversas causas que deben considerarse en el predimensionamiento (Morales, 2006).

Por lo que en base a lo analizado en investigaciones anteriores se obtuvo la expresión siguiente:

$$bD \frac{P}{n(f'c)} \dots \text{(ec. 13)}$$

Dónde:

D = Dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico.

b = La otra dimensión de la sección (ver Figura 7).

n = Índice de aplastamiento

P = Carga total que soporta la columna (por sismo y gravedad).

f'c= Resistencia a la compresión del concreto.

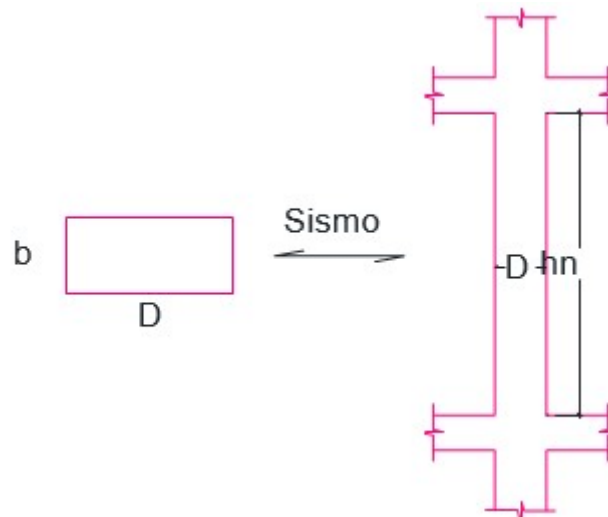


Figura 7. Sección de la columna.

Fuente: Elaboración Propia

2.2.10.4. Predimensionamiento de placas.

(Choque Sucasaca & Luque Solis, 2019), indican que la función primordial de las placas, consiste en que estas absorben las fuerzas que se originan durante los movimientos sísmicos de gran magnitud, por lo que la tarea de realizar su predimensionamiento resulta bastante complicada, la función de las placas es aliviar las cargas de los pórticos, tomando mayores porcentajes de las cortantes sísmicas totales, se pueden construir de espesores mínimos de diez centímetros,

aunque principalmente se toman valores entre veinte y treinta centímetros de espesor, para el cálculo de su longitud se utiliza la ecuación catorce.

$$L_{x,y} = \frac{V_{basal}}{\phi(0.53)(\sqrt{f'c})(b)(0.8)} \dots \text{(ec. 14)}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Existen tres diferentes como son: básica, aplicada y tecnológica. La investigación básica es la que formula nuevas teorías que se da generalmente en el campo de las matemáticas, física y química. La investigación del tipo aplicada es del tipo práctico pues utiliza los conocimientos existentes provenientes de las investigaciones básicas para resolver problemas. La investigación tecnológica es la que combina la investigación básica para aplicaciones prácticas por ejemplo el descubrir un nuevo nanomaterial para construcción.

El presente estudio es del tipo aplicado, al respecto el autor (Bets, 2009) menciona que se trata de una investigación enfocada a la solución de una situación negativa, circunscrita a una realidad problemática específica, y cuyo alcance teórico no importa de mucho. En el presente trabajo de investigación se usarán teorías existentes de la Ingeniería Civil para dar solución a un problema.

3.1.2. Diseño de investigación

Existe una gran variedad de diseños de investigación en la actualidad, entre los cuales se tiene en especial al diseño no experimental, el cual estudia y analiza lo que sucede en la realidad una vez que ya ha ocurrido el fenómeno, por lo que no se observa que las variables directas sean manipuladas deliberadamente en el análisis, en este tipo de diseño se tiene el transaccional que toma datos una sola vez y el longitudinal que toma datos a lo largo de todas las etapas de la investigación científica (Carrasco Días, 2013).

En base a lo mencionado anteriormente se aplicará en el presente estudio, el diseño no experimental transaccional.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Evaluación del coeficiente de reducción	“En todas las normas, el espectro de respuesta elástica de la aceleración se disminuye mediante un factor que explica entre otras propiedades, la disipación de la energía sísmica por medio de deformaciones inelásticas en la edificación” (Bommner, 2014, p. 487).	Realizando el Análisis Estático No lineal obtendremos el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en la estructura aporticada	Sobrerresistencia	Fuerzas	Razón
			Ductilidad	Desplazamientos	Razón
Variable Dependiente: Diseño estructural de un edificio	“Para el diseño de estructuras aporticadas intervienen los principales elementos estructurales: losas, vigas, columnas y zapatas” (Delgado, 2011).	Edificaciones en las que se observa alguna deformación en su diseño geométrico, las cuales se estudian a profundidad para evitar problemas durante los sismos	Losa	Dimensiones	Razón
				Concreto	Razón
			Vigas	Acero	Razón
				Dimensiones	Razón
			Columnas	Concreto	Razón
				Acero	Razón

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

(Tamayo y Tamayo, 2003), define población como la totalidad de los elementos o individuos que forman parte de la realidad que se pretende estudiar, en la presente investigación la población de estudio fue la infraestructura del Centro Tecnológico de la UNAJMA-Andahuaylas.

Con respecto a la muestra (Hernández Sampieri, 2014) indica, que es una porción que representa a la totalidad de elementos o individuos, existiendo diferentes métodos para su determinación como es el caso de las técnicas probabilistas y no probabilistas. Para el presente estudio la muestra fue el bloque A del Centro Tecnológico de la UNAJMA-Andahuaylas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se recolectaron los datos materia de la investigación a través de fuentes que tuvieron validez y confianza, luego se realizó el AENL-Pushover para obtener el coeficiente R actuante en una edificación con sistema aporticado de construcción en la UNAJMA. La herramienta computacional que se utilizó fue el ETABS versión 2018, el cual es un software utilizado para realizar estructuración avanzada, como es el caso del AENL-Pushover.

3.5. Método de análisis de datos

Se hizo uso de herramientas estadísticas básicas, utilizando también la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013 para la tabulación de los datos que se ingresaron, Así mismo, para el caso de la determinación del coeficiente de reducción se empleó el software ETABS versión 2018.

3.6. Aspectos éticos

En el estudio desarrollado se decidió aplicar los principios éticos y valores, respetando los derechos de los autores, cuyos escritos académicos se han citado y utilizado apropiadamente en esta investigación. En el Anexo 2 se muestra la carta de autorización para el tratamiento de la información.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del proyecto

Lo analizado está conformado por el diseño y construcción de un edificio de dos niveles, para los servicios de tecnologías de información y comunicación (TICs) de la UNAJMA-Andahuaylas.

4.2. Ubicación del proyecto

Se ejecutará en el distrito de San Jerónimo, exactamente en el barrio de Ccoyahuacho, provincia de Andahuaylas y región Apurímac. En la Figura 8 se puede apreciar la ubicación de la edificación (Ver Anexo 5).



Figura 8. Ubicación de la edificación

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Dimensiones del proyecto

El área de construcción del centro de TICs de la UNAJMA será de 809.10 m², con un largo de 32.85 m y un ancho de 24.63 m.

También debemos mencionar que el área utilizada para el estudio de la tesis fue de 324.13 m², con un largo de 24.63 m y un ancho de 13.16 m, el cual comprende el bloque A de la edificación.

4.4. Parámetros geotécnicos para el tipo de la edificación

Para analizar y diseñar el edificio se utilizaron los siguientes parámetros: en el caso del estudio de suelos se encargó a una empresa especialista en la materia, en el cual en sus conclusiones y recomendaciones indicó que el nivel de cimentación sea a una profundidad mínima de 2.00 m por debajo del nivel del terreno natural, la capacidad admisible que se reportó fue de 1.374 kg/cm².

El estudio recomendó utilizar cemento Portland tipo I.

En la norma de diseño sismorresistente del RNE-E.030, se consideró un suelo de perfil tipo S2, con un periodo predominante de $T_s = 0.6$ segundos y factor de suelo $S=1.2$.

4.5. Configuración estructural

4.5.1. Numero de ejes

La Figura 9 muestra la vista superior del proyecto de edificación cuya configuración estructural presentó las siguientes características:

- Número de ejes en “X”:
Presentó seis ejes, los cuales fueron: A, B, C, D, E y F.
- Número de ejes en “Y”:
Presentó cinco ejes, los cuales fueron: 1, 2, 3, 4 y 5 (Ver Anexo 7).

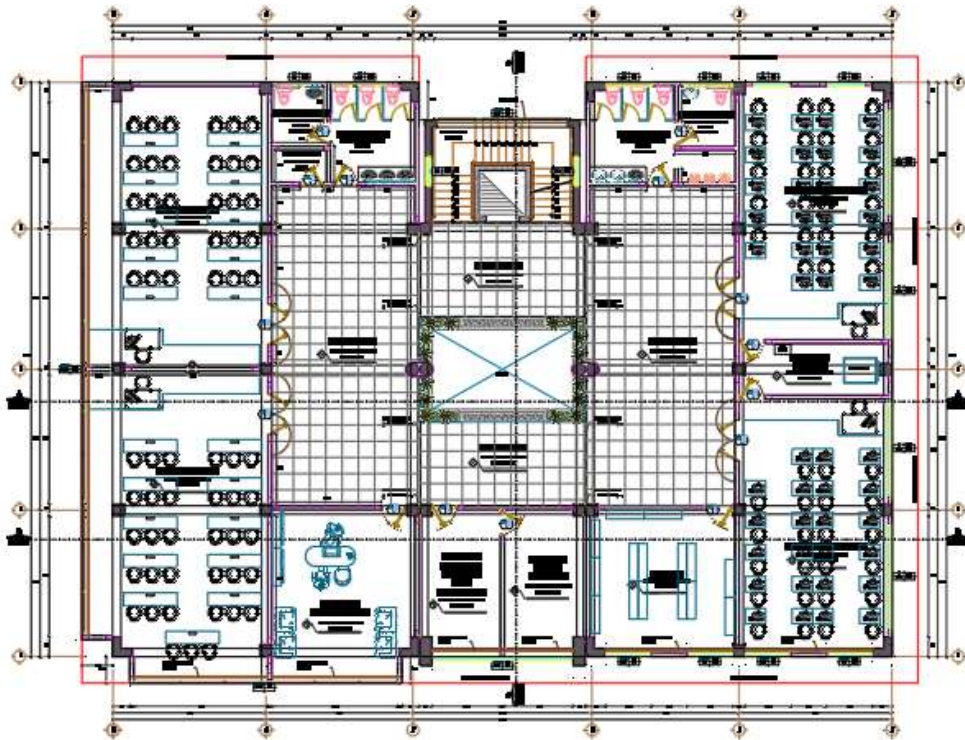


Figura 9. Vista en planta del proyecto de edificación

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar el presente estudio, se utilizó el bloque A de la edificación la cual presenta:

- Tres ejes en X: A, B y C.
- Cinco ejes en Y: 1, 2, 3, 4 y 5.

4.5.2. Número y altura de pisos

El centro tecnológico de la UNAJMA estará formado por dos niveles, lo cual se observa en la Figura 10, cuyo modelamiento se hizo en el programa ETABS versión 2018, que se utilizó para alcanzar los objetivos de la presente tesis (ver Anexo 7).

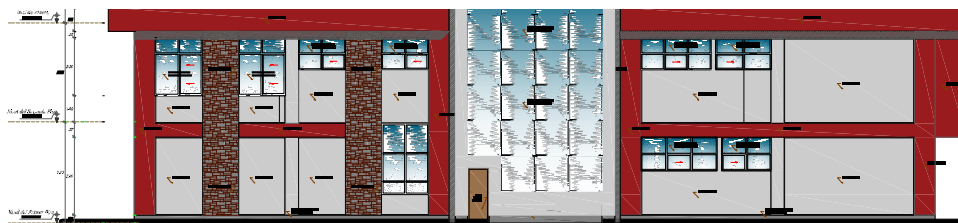


Figura 10. Vista en elevación del proyecto de edificación

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2 se muestra la altura y altura acumulada de los pisos del edificio en estudio.

Tabla 2. Altura y altura acumulada de pisos

Pisos	Altura (m)	Elevación Σ (m)
Piso 2	3.78	7.49
Piso 1	3.71	3.71

Fuente: Elaboración propia

4.6. Dimensiones de elementos estructurales

En la Figura 11 se presentan los elementos estructurales que se utilizaron en el proyecto y que sirvieron para el desarrollo de la presente tesis.

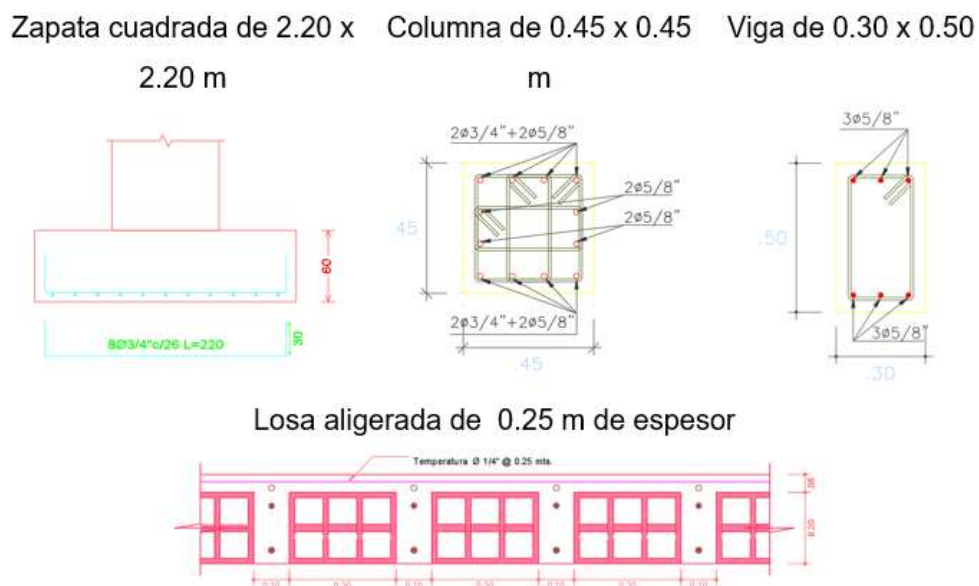


Figura 11. Elementos estructurales del proyecto de edificación

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 12 se observa la vista en planta de los elementos estructurales considerados para el estudio del proyecto de edificación, para los servicios TICs-UNAJMA ubicado en el barrio de Ccoyahuacho (ver Anexo 7).

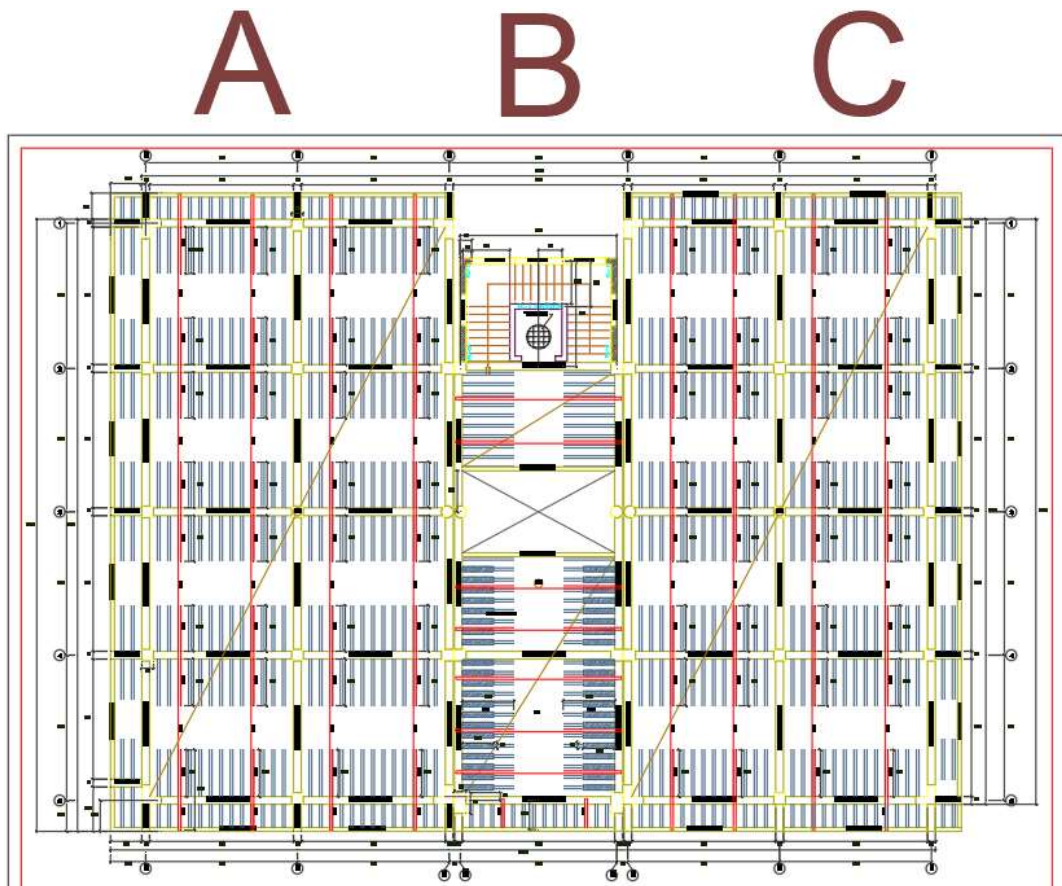


Figura 12. Vista en planta de los elementos estructurales del proyecto de edificación

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Análisis sísmico

Se analizó el edificio de acuerdo a como se comportó su estructuración utilizando sus pesos equivalentes, que según la norma E.030-RNE del año 2016 se obtienen los espectros de respuesta de los parámetros sísmicos que correspondan, en la Tabla 3 se muestran los parámetros sísmicos considerados en el proyecto y en la Figura 13 se observa el espectro de respuesta sísmica.

Tabla 3. Parámetros Sísmicos del proyecto

Parámetros	Valores	
	Eje X	Eje Y
Z Zona 2	0.25	0.25
U Tipo A	1.50	1.50
C C=2.5	2.5	2.5
S Tipo S2	1.20	1.20
R Pórtico	8	8

Fuente: Elaboración propia

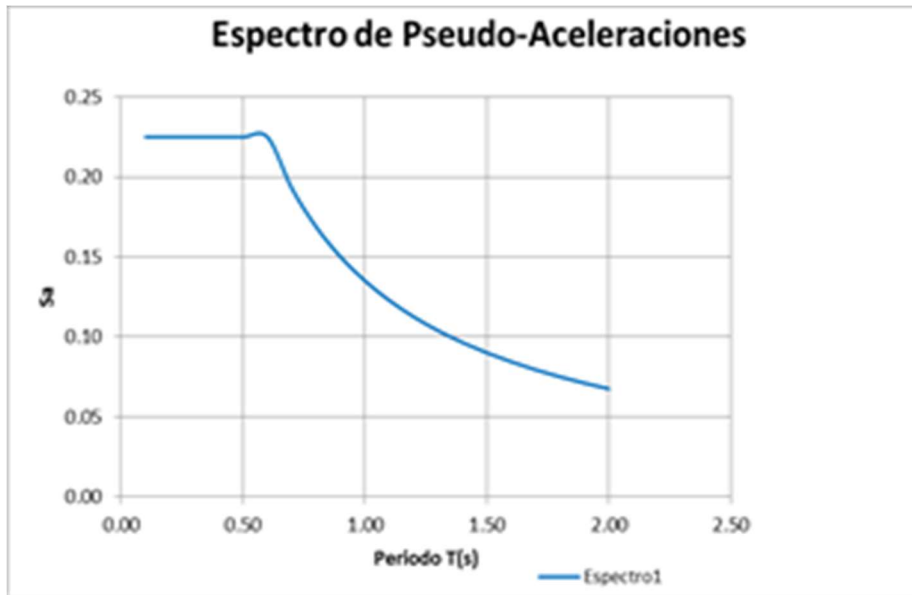


Figura 13. Espectro de respuesta sísmica

Fuente: Elaboración Propia

El detalle del ingreso de las cargas vivas y de las cargas muertas se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4. Cargas vivas y cargas muertas de la edificación

Cargas asignadas a la edificación	Peso (kg/cm ²)
CM total	490 kg/ cm ²
CV total	3500 kg/ cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.7.1. Propiedades del material

Se consideró el módulo de elasticidad del concreto según la normativa E.020.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$\text{Para un } f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$E_c = 15000\sqrt{210} = 217370.65 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Del acero, según la norma peruana E.020

$$E_s = 2 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

4.7.2. Propiedades no lineales del concreto

Las propiedades no lineales del concreto se definieron en el programa ETABS, el cual es un software que colabora con el análisis y diseño estructural. Las propiedades no lineales consideradas del concreto se muestran en la Figura 14.

ET Nonlinear Material Data

Material Name and Type
Material Name: f'c=210kg/cm2
Material Type: Concrete, Isotropic

Miscellaneous Parameters
Hysteresis Type: Takeda
Drucker-Prager Parameters
Friction Angle: 0 deg
Dilatational Angle: 0 deg

Acceptance Criteria Strains
Tension Compression
IO: 0,01 -0,003 m/m
LS: 0,02 -0,006 m/m
CP: 0,05 -0,015 m/m
 Ignore Tension Acceptance Criteria

Stress Strain Curve Definition Options
 Parametric
 User Defined
Convert to User Defined

User Stress-Strain Curve Data
Number of Points in Stress-Strain Curve: 10

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	Point ID
1	-0,006	0	
2	-0,005	-206,21	-E
3	-0,003461	-208,4	
4	-0,001922	-210	-B
5	-0,001288	-208,99	
6	-0,000653	-200,98	
7	-0,000019	-42	
8	0	0	A
9	0,000042	91,13	

OK Cancel

Figura 14. Propiedades no lineales del concreto en ETABS

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.3. Propiedades de elementos estructurales

En la Figura 15 se pueden apreciar las propiedades de todos los elementos estructurales que son parte del proyecto.

Lo que se definió en inicio son las características de las barras de acero que se presentan en el Software ETABS y que se aprecian en la Tabla 5, el cual tienen su relación con el acero comercial en el Perú, específicamente con la marca comercial aceros Arequipa.

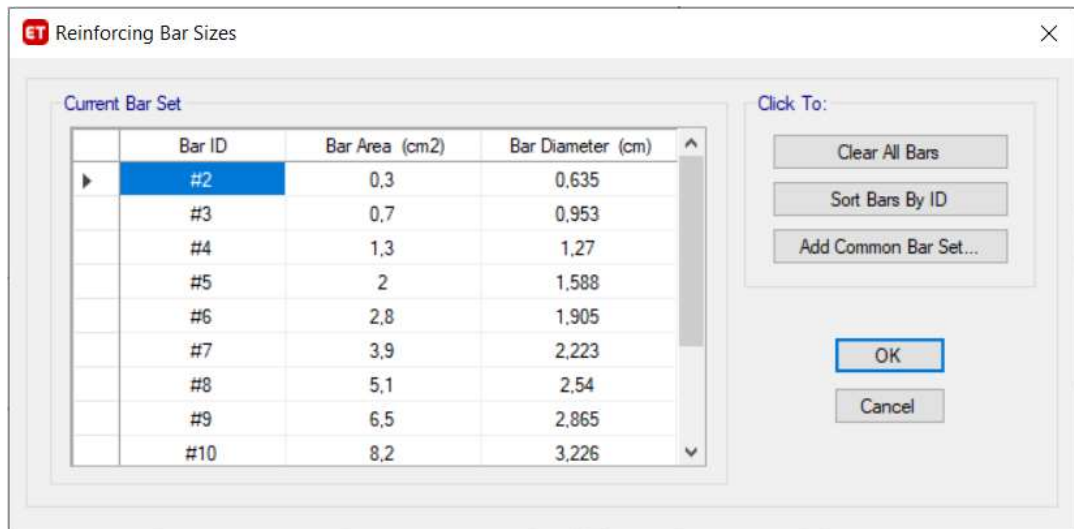


Figura 15. Definición de las características de la barra de acero

Fuente: Software ETABS 2018

Tabla 5. Características del Acero Corrugado de la fábrica aceros Arequipa

Aceros Arequipa			
Pulgadas	A(cm ²)	d(cm)	Peso (kg)
1/4"	0.32	0.64	0.994
3/8"	0.71	0.95	0.56
1/2"	1.29	1.27	0.994
5/8"	1.99	1.59	1.552
3/4"	2.84	1.91	2.235
1"	5.10	2.54	3.973
1 3/8"	10.06	3.49	7.907

Fuente: Aceros Arequipa

4.7.3.1. Propiedades de la losa aligerada

En el caso de estudio realizado, la losa que forma parte de la estructura es de tipo aligerada con un espesor de 25 cm y de una sola dirección lo cual se muestra en la Figura 16 y cuyos valores fueron ingresados al programa ETABS versión 2018.

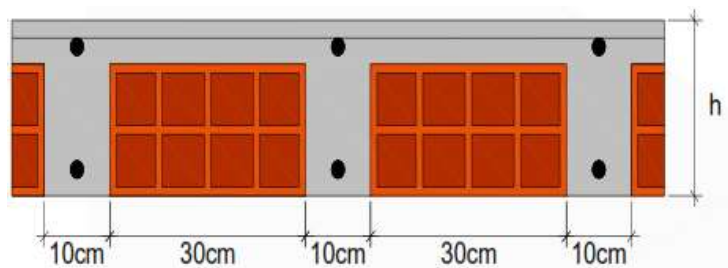


Figura 16. Diseño típico de la losa aligerada en una dirección

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

$h = 25 \text{ cm.}$

4.7.3.2. Propiedades de las columnas:

Las columnas planteadas para el módulo del presente estudio son columnas cuadradas de $0.45 \times 0.45 \text{ m}$, con 8 aceros de $5/8''$, 4 aceros de $3/4''$ y estribos de refuerzo de $3/8''$, lo cual puede apreciarse en la Figura 17.

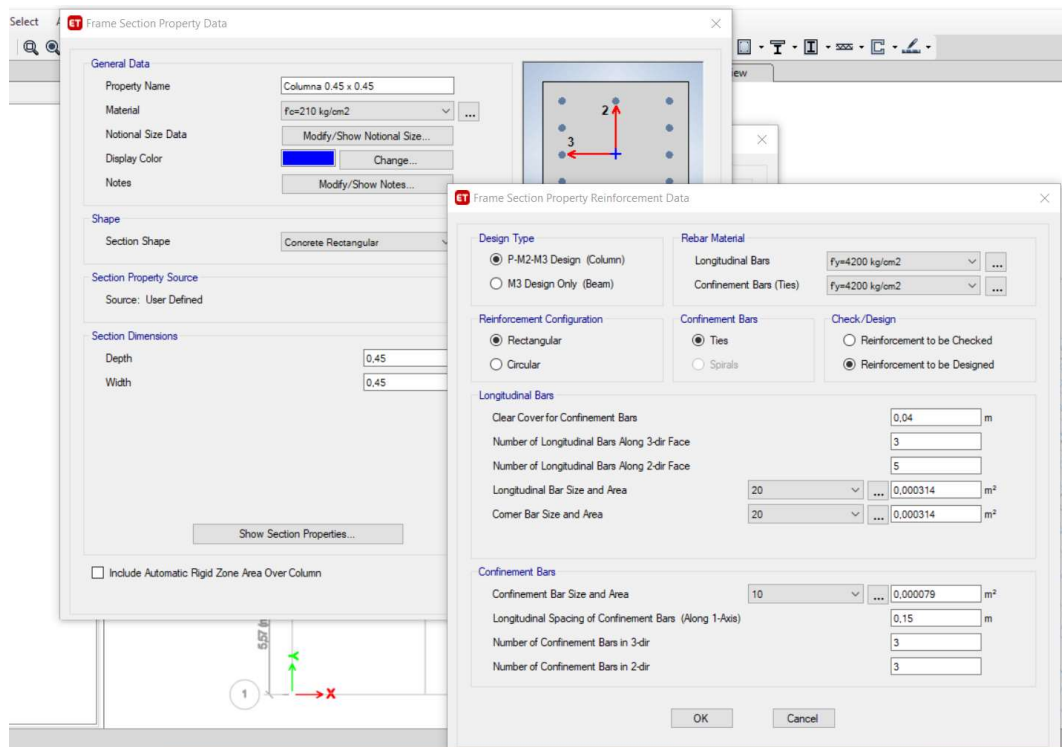


Figura 17. Propiedades de las columnas definidas en el programa ETABS

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.3.3. Propiedades de las vigas

Las vigas que se diseñaron para el edificio del centro tecnológico de la UNAJMA fueron vigas rectangulares de $0.30 \times 0.50 \text{ m}$ de dimensión, con 6 aceros de $5/8''$ y estribos de refuerzo de $3/8''$, lo que se observar en las Figuras 18 y 19.

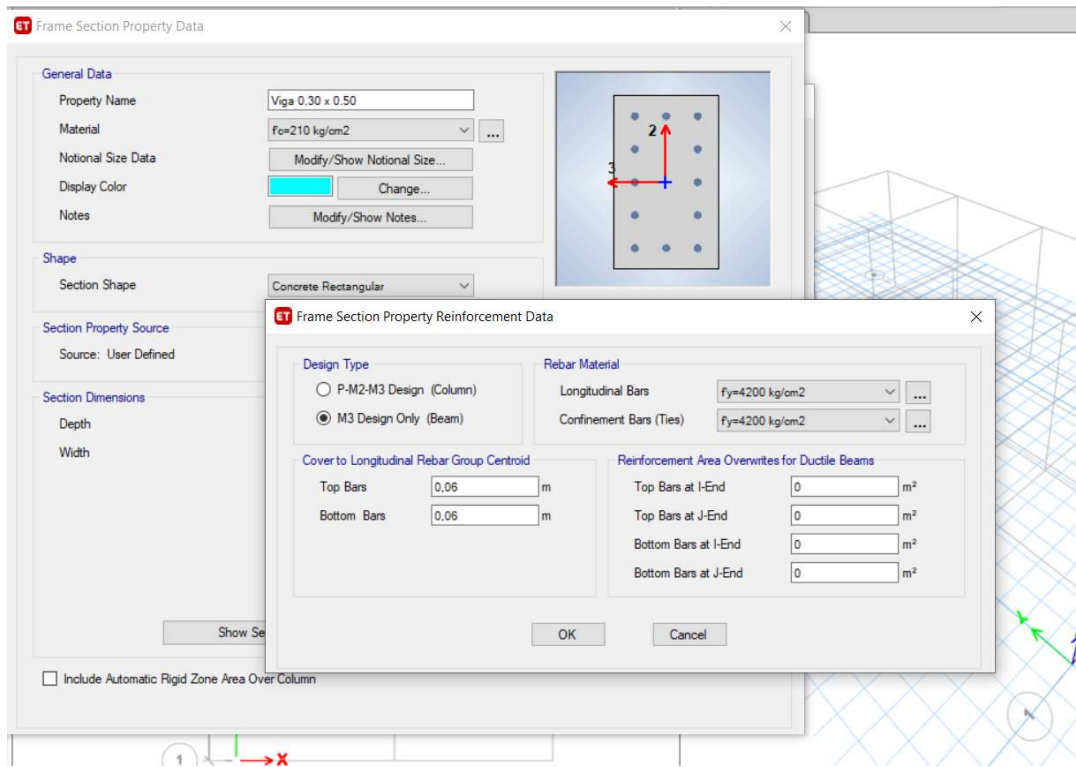


Figura 18. Propiedades de las vigas definidas en el ETABS

Fuente: Software ETABS 2018

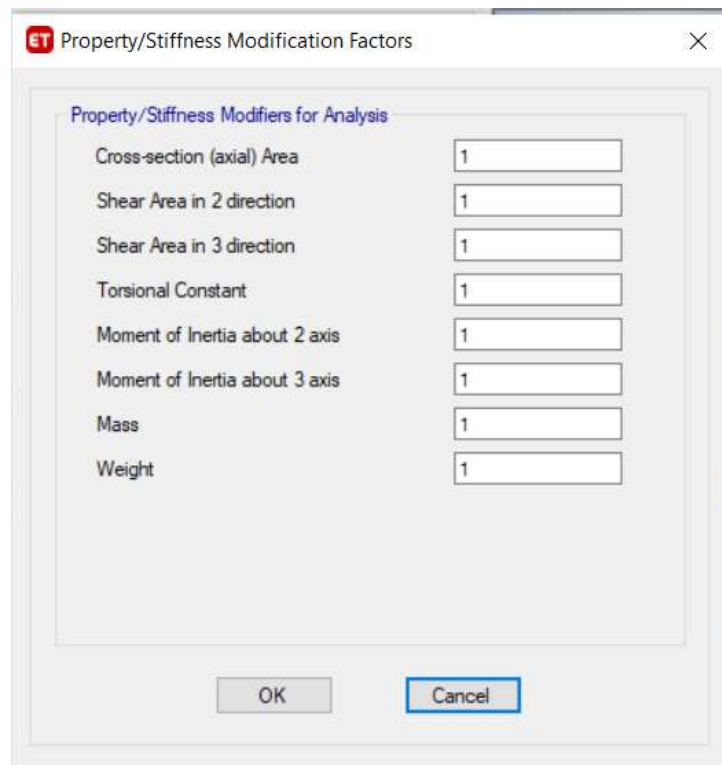


Figura 19. Propiedades no lineales de vigas y columnas

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.4. Asignación de patrones de cargas

Se realizó la asignación de patrones de carga según la normativa vigente en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en el país.

4.7.4.1. Asignación de masas

Según la norma E.030 sobre diseño sismorresistente, en su artículo 26 sobre la estimación del peso, nos indica que en edificaciones de categoría A y B se deben tomar el 50 % de la carga viva total, lo que puede apreciarse en la Figura 20.

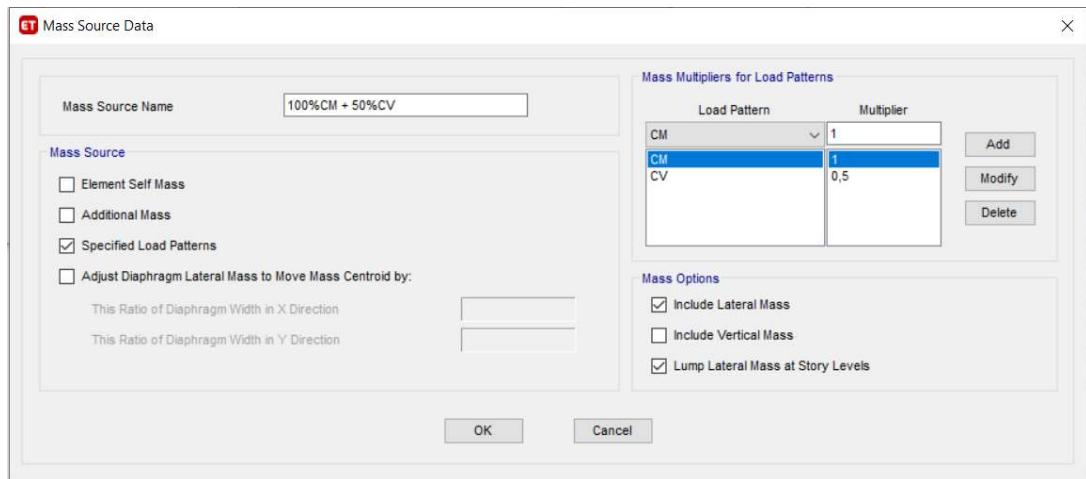


Figura 20. Asignación de porcentajes de masas según norma E.030

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.4.2. Asignación de combinaciones de carga

Resistencia requerida

Según la norma E.060 de concreto armado, las resistencias requeridas por cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV), serán como mínimo las establecidas en la presente norma y cuya combinación de cargas para la estructura se puede observar en la Figura 21.

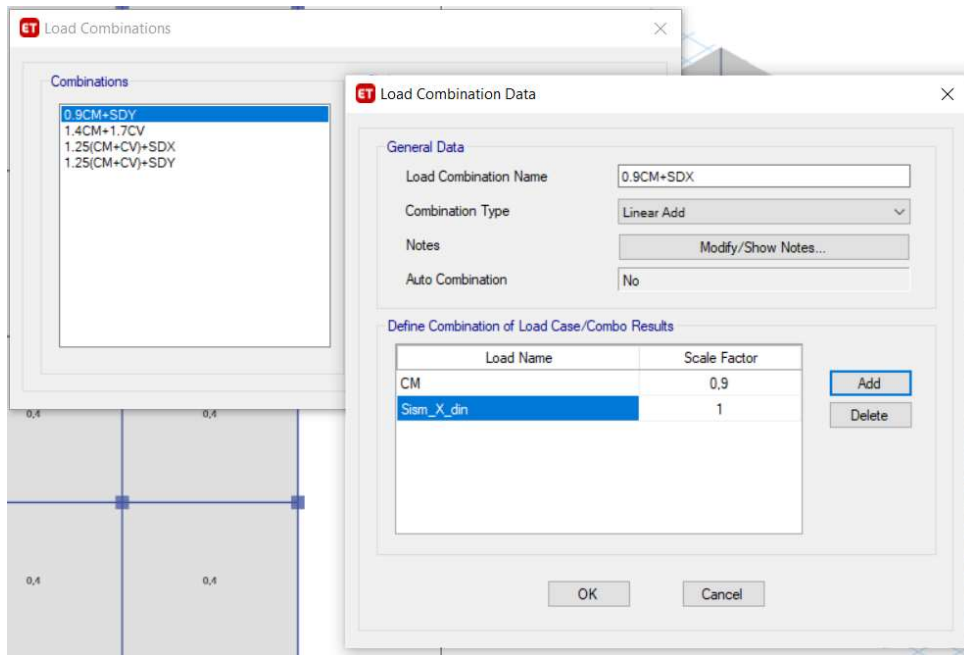


Figura 21. Combinación de cargas para la estructura

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.4.3. Análisis modal de la Norma E.030

Los modos de vibración se pueden determinar mediante el protocolo de análisis, que pueda considerar apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis (se toma tres modos por cada piso), lo mencionado anteriormente se aprecia en la Figura 22.

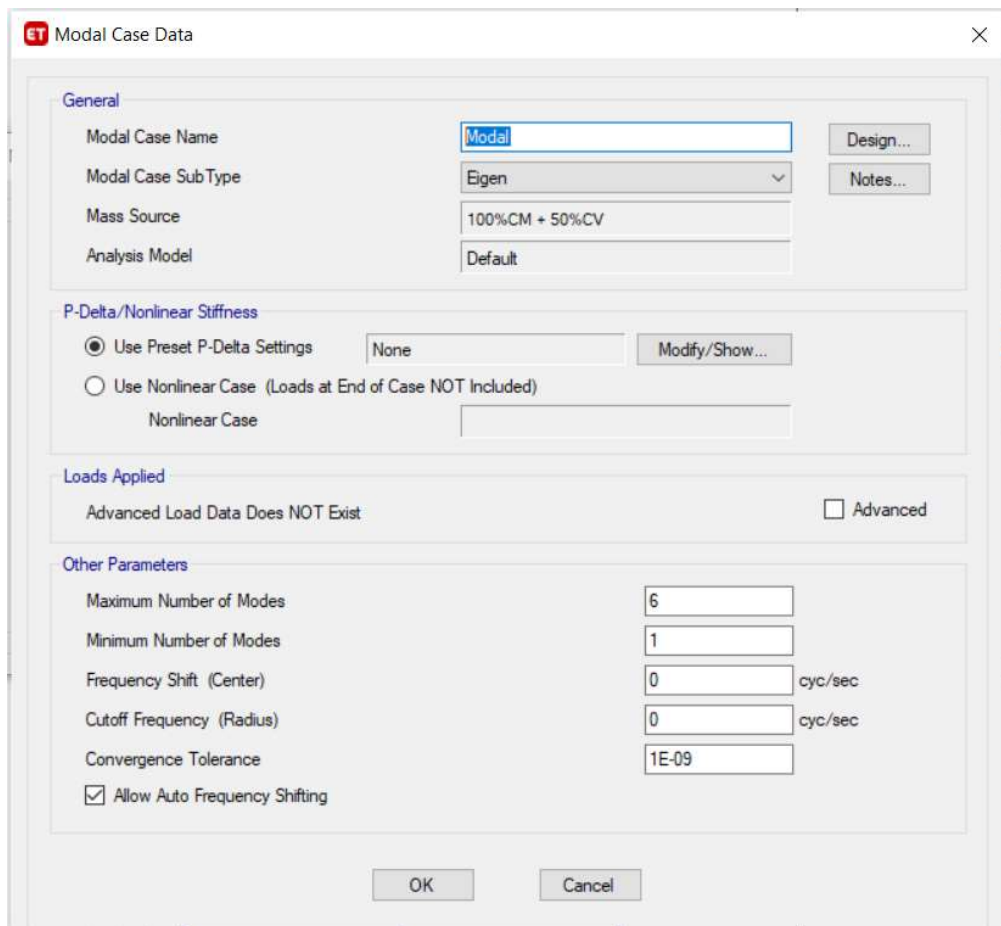


Figura 22. Asignación de los modos de vibración

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.5. Asignación de rotulas plásticas

Se definieron las características de las rótulas plásticas en columnas y vigas, así como también se clasificó según el tipo de comportamiento y análisis que se empleó, lo que se puede observar en las Figuras 23, 24, 25, 26 y 27.

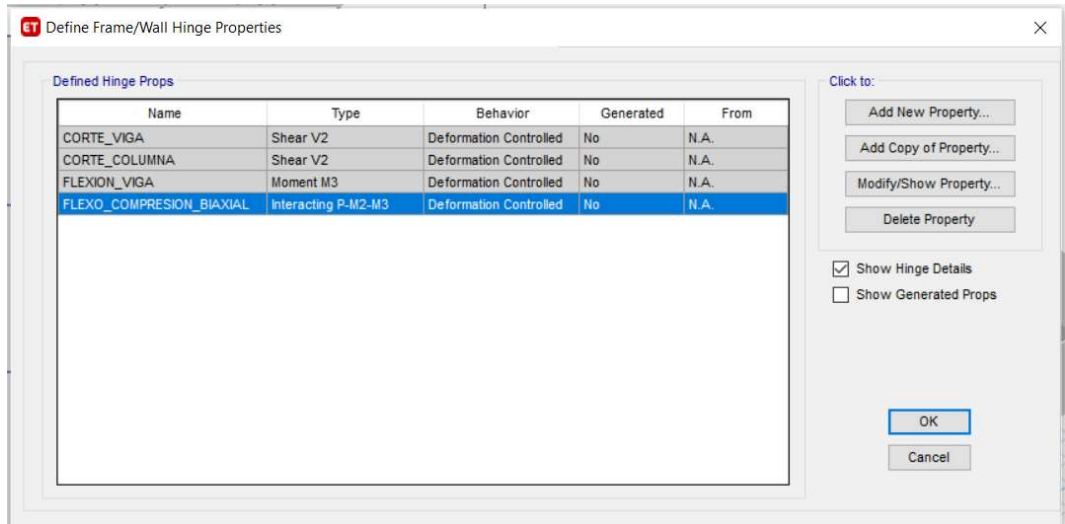


Figura 23. Definición de rotulas plásticas en columnas y vigas

Fuente: Software ETABS 2018

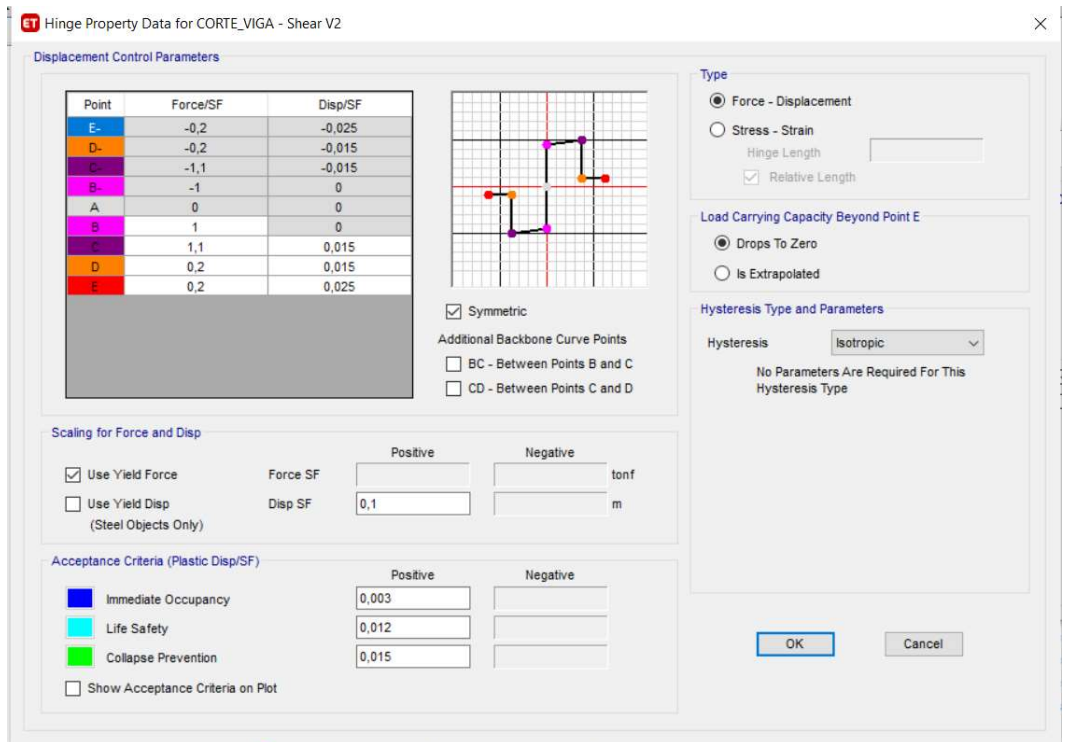


Figura 24. Propiedades de rotulas plásticas en corte en viga

Fuente: Software ETABS 2018

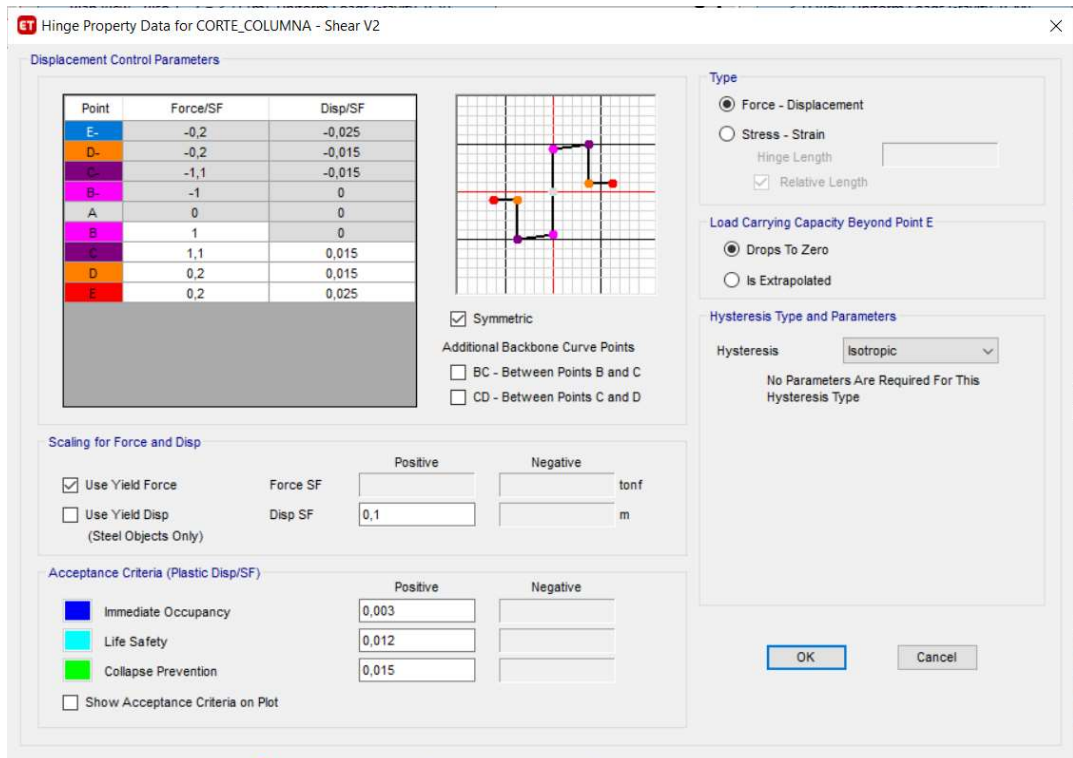


Figura 25. Propiedades de rotulas plásticas en corte en columna

Fuente: Software ETABS 2018

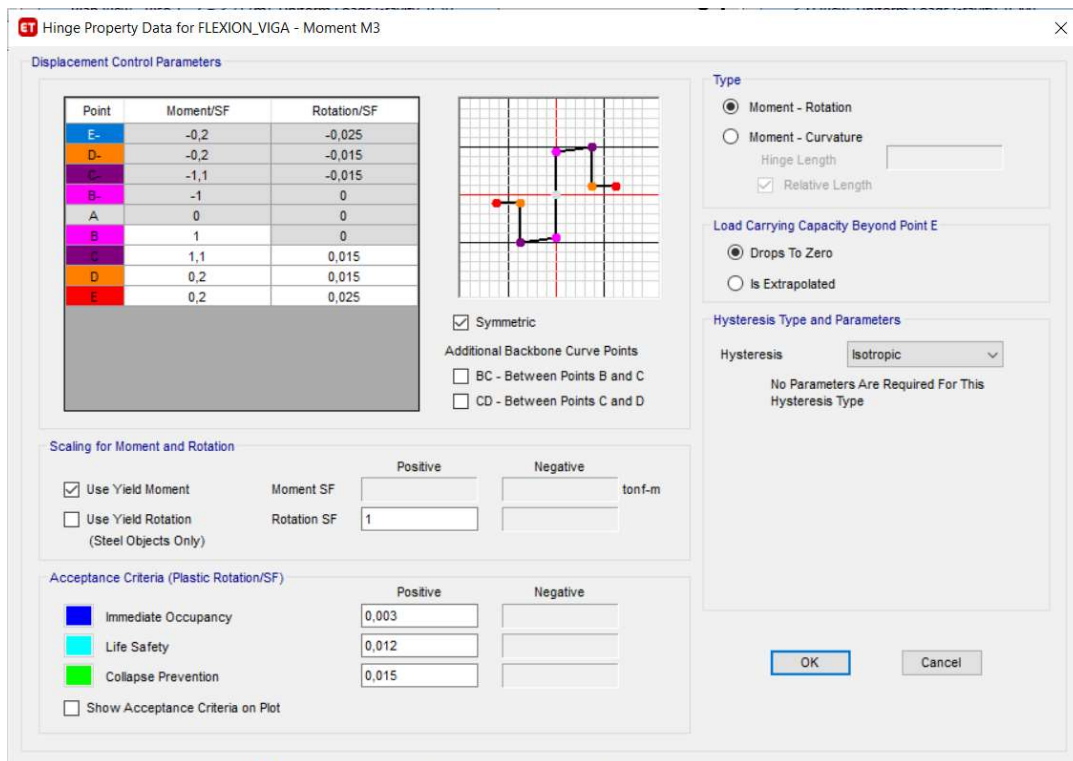


Figura 26. Propiedades de rotulas plásticas en flexión en viga

Fuente: Software ETABS 2018

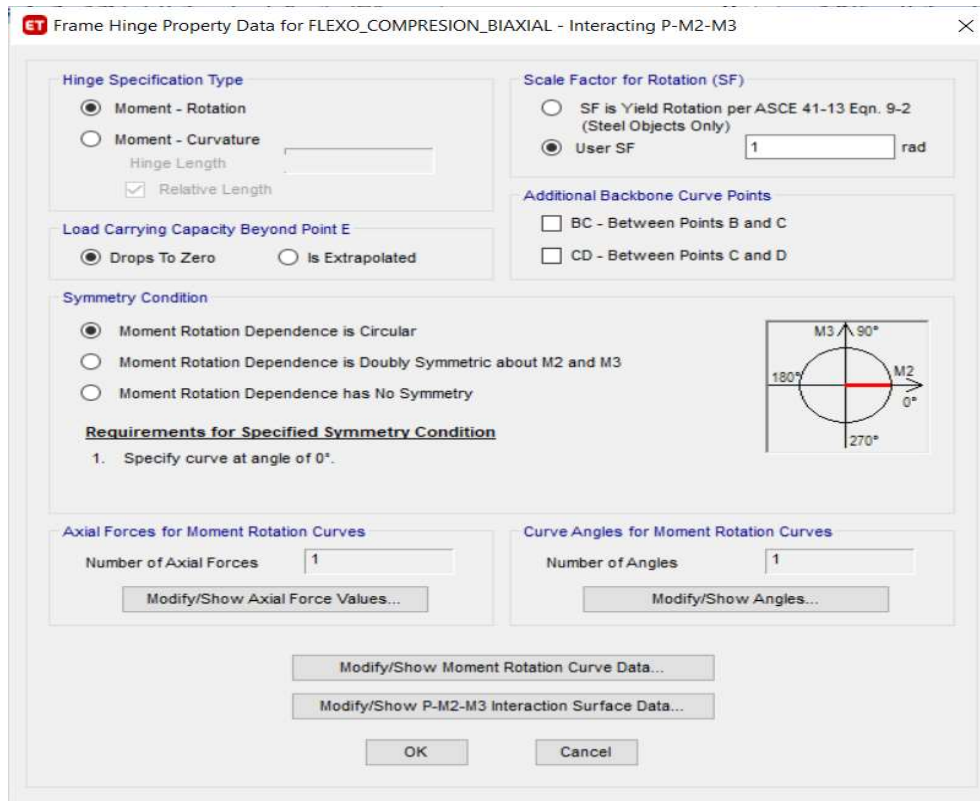


Figura 27. Propiedades de rotulas plásticas en flexión compresión biaxial

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.6. Ingreso de patrones de cargas para el AENL

Se realizó el ingreso de las fuerzas horizontales en el eje X y el ingreso de fuerzas horizontales en el eje Y para el AENL en el programa ETABS versión 2018.

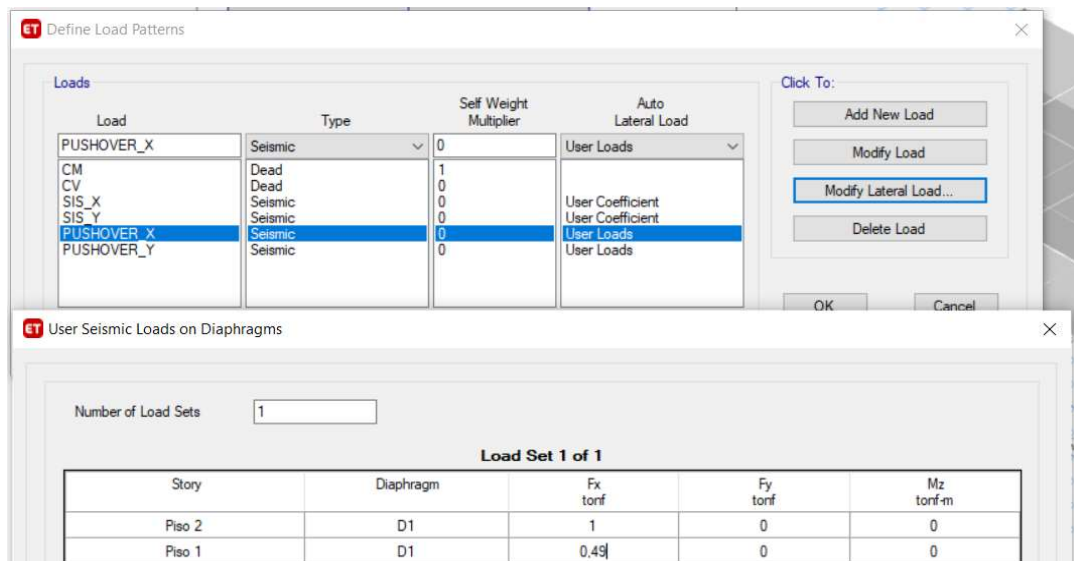


Figura 28. Ingreso de fuerzas horizontales para el AENL en el eje X

Fuente: Software ETABS 2018

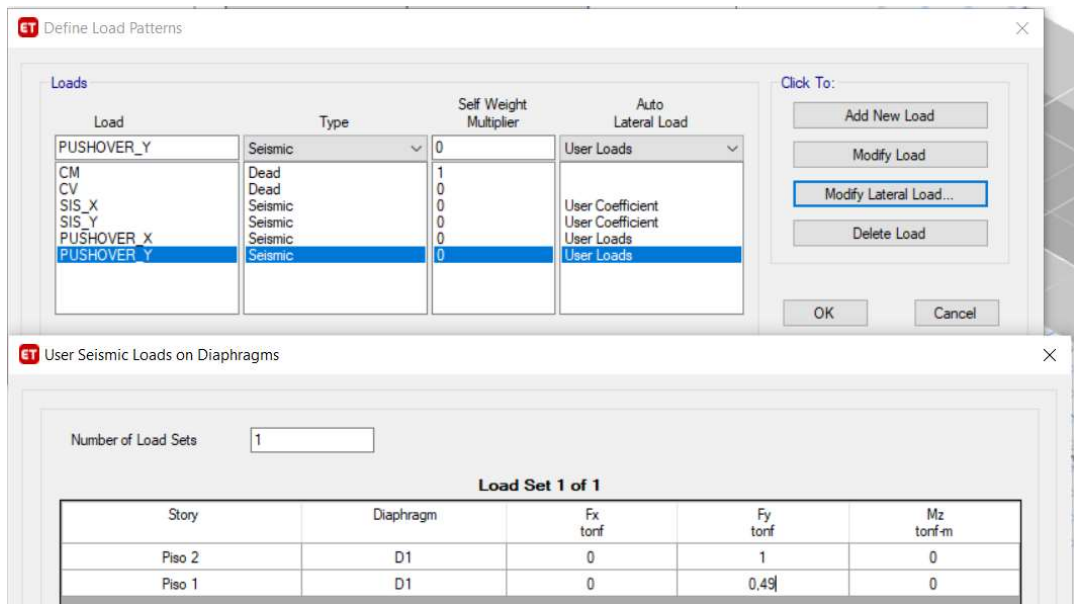


Figura 29. Ingreso de fuerzas horizontales para el AENL en el eje y

Fuente: Software ETABS 2018

4.7.7. Ubicación de rotulas plásticas de vigas y columnas

La ubicación de las rotulas plásticas en vigas y columnas de la edificación en estudio, se muestran en las Figuras 30, 31 y 32.

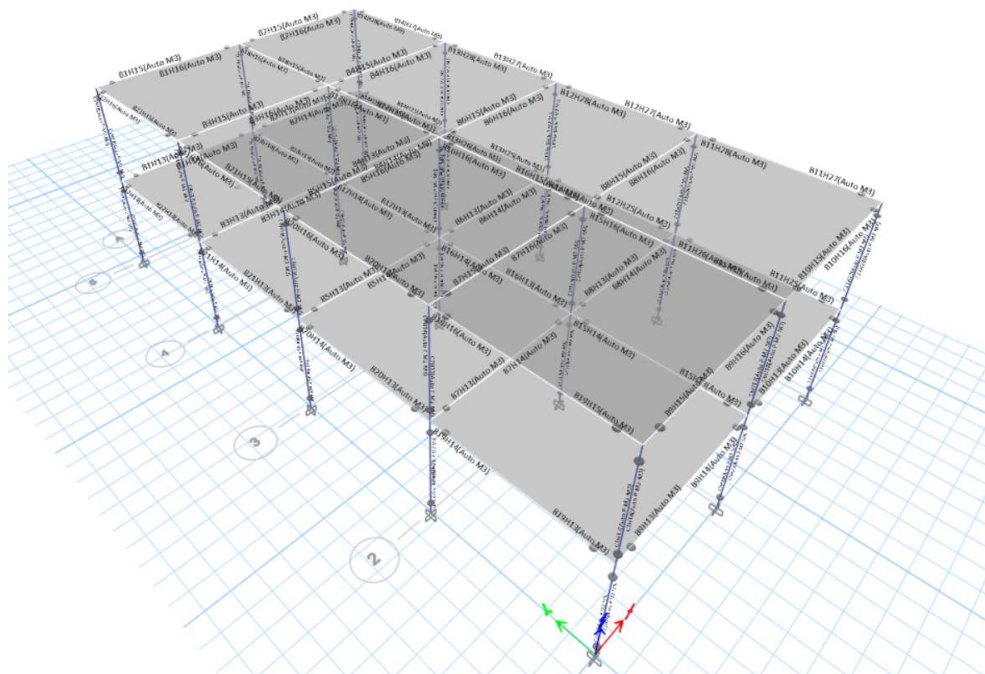


Figura 30. Ubicación de las rotulas plásticas en vista en 3D

Fuente: Software ETABS 2018

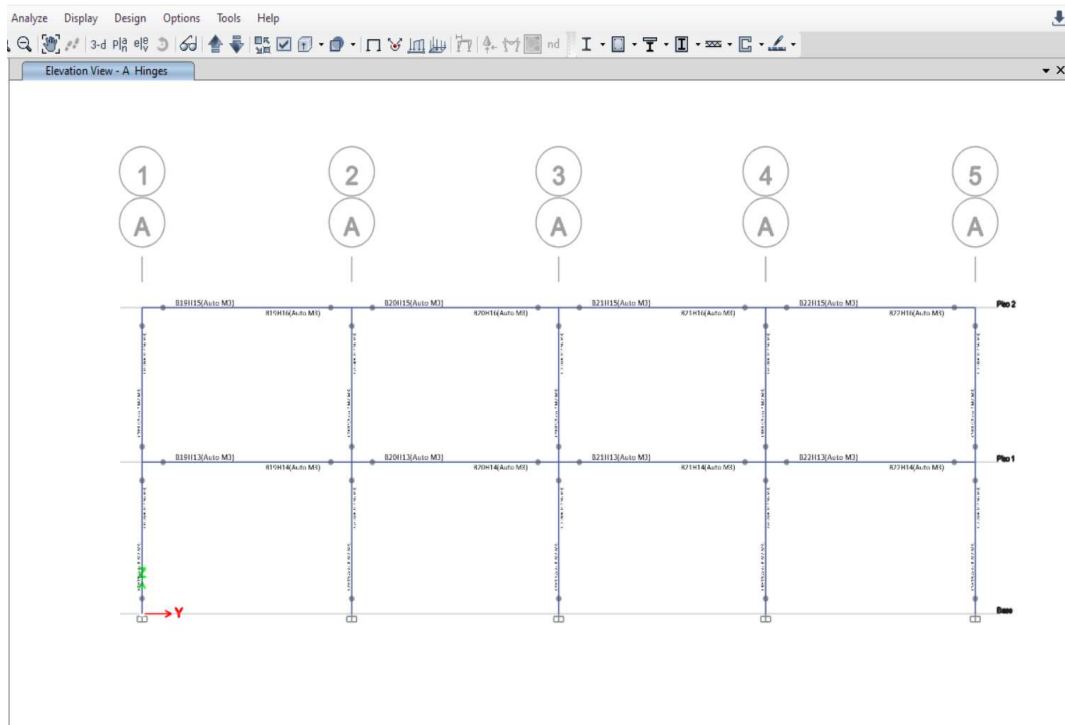


Figura 31. Vista en elevación de las rotulas plásticas

Fuente: Software ETABS 2018



Figura 32. Vista de rotulas plásticas cuando aparecen en la estructura

Fuente: Software ETABS 2018

4.8. Verificación del coeficiente (R) con en AENL

Se verificó el Coeficiente R obtenido por el método Pushover, para luego compararlo con el valor de la norma E.030-RNE para el diseño sismorresistente, en el edificio del Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas.

4.8.1. Coeficiente de reducción (R) en el eje x

En la Figura 33 se muestra la fuerza cortante vs el desplazamiento en el eje X.

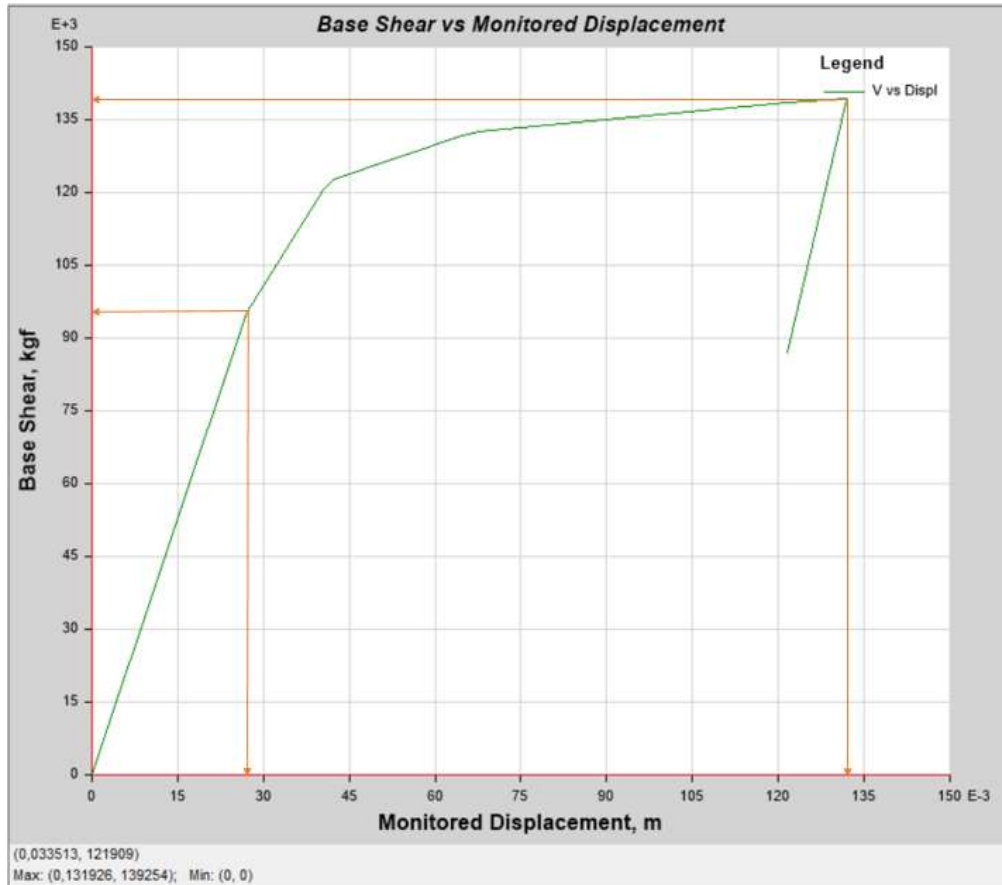


Figura 33. Fuerza cortante vs desplazamiento en el eje X

Fuente: Software ETABS 2018

De acuerdo a la aplicación de las ecuaciones se obtuvo lo siguiente:

	Cortantes	
V Fluencia	139.25	V _f / V _c
V Cedencia	95.19	
Sobre resistencia = Ω 1.463		

	Desplazamiento	
D Fluencia	13.19	Vf / Vc
D Cedencia	2.71	
	Ductilidad = μ	4.867
Rx =	$\Omega \times \mu$	
	7.12	

Rx= Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas en el rango inelástico en el eje X

4.8.2. Coeficiente de reducción (R) en el eje y

En la Figura 34 se muestra la fuerza cortante vs el desplazamiento en el eje Y.



Figura 34. Fuerza cortante vs desplazamiento en el eje Y

Fuente: Software ETABS 2018

	Cortantes	
V Fluencia	76.85	Vf / Vc
V Cedencia	55.50	
	Sobrerresistencia = Ω	1.385
	Desplazamiento	
D Fluencia	15.18	Vf / Vc
D Cedencia	3.08	
	Ductilidad = μ	4.929
Ry =	$\Omega \times \mu$	
	6.83	

Ry= Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas en el rango inelástico en el eje Y

4.9. Análisis de resultados obtenidos

Con el análisis sísmico realizado en la presente investigación, se determinaron los coeficientes de reducción R en el eje “X y eje “Y”, los cuales se muestran en la Tabla 6 y Figura 35, que son menores a los valores encontrados en la norma E.030 para diseño de edificaciones en el Perú.

Tabla . Análisis de resultados del coeficiente de reducción R

Coeficiente de Reducción (R)	Norma de Diseño sismorresistente E.030	Análisis Estático No Lineal	Déficit (%)
Eje X	8	7.12	11
Eje Y	8	6.83	14.6

Fuente: Elaboración propia

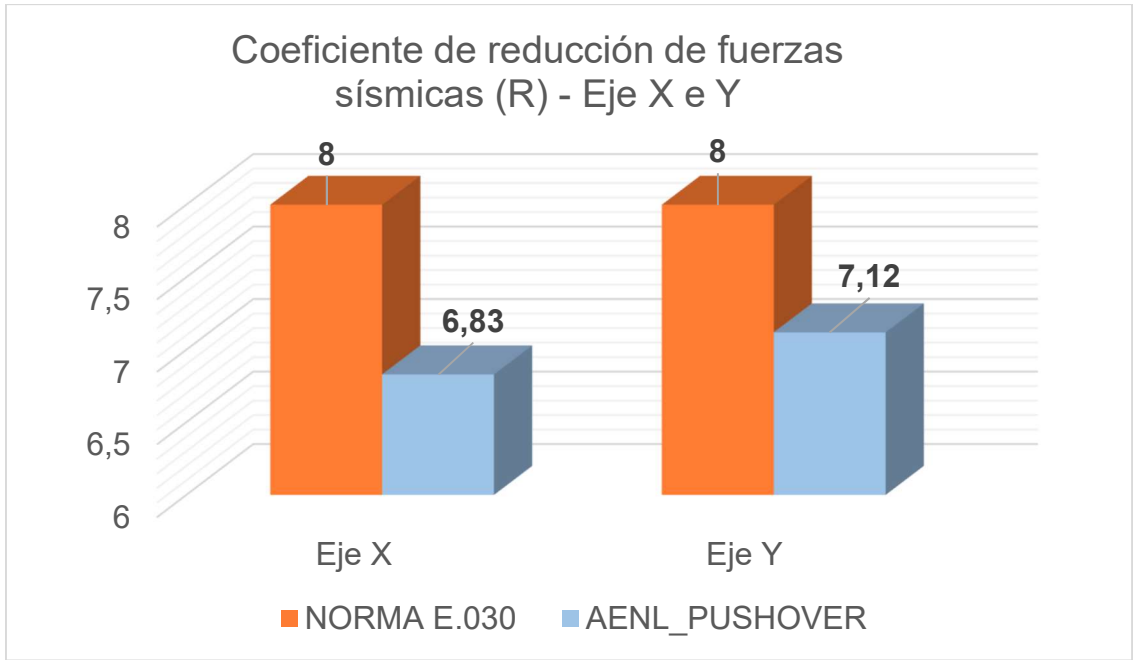


Figura 35. Coeficientes de reducción en el eje X e Y

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

(Ávila Ramirez, 2018), en su investigación titulada “Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima - 2018”, tuvo como objetivo evaluar el coeficiente R de una estructura aporticada, utilizando el método de AENL-Pushover con apoyo del software computacional ETABS versión 2018, el cual le permitió obtener el valor de “R” para un edificio de 5 niveles y un sistema estructural aporticada, donde el valor promedio de R fue de 11.

En la Tabla 7 se muestra la comparación del trabajo mencionado líneas arriba, con el valor obtenido en la presente investigación, en la cual también se utilizó el Método de AENL-Pushover y el Software ETABS, en el análisis de una estructura aporticada regular de 2 niveles de altura en la cual se obtuvo como resultado el valor de R igual a 7.

Tabla 4. Comparación de resultados del coeficiente R, Ávila con Carrión y otros

Discusión de resultados		
Características de la estructura	Investigación realizada por:	
	Avila, Gabriela	Carrion y otros.
Nº de pisos de la Estructura Arquetípica	4	2
Sistema Estructural	Aporticada	Aporticada
Regularidad Estructural	Regular	Regular
R por la Norma E.030	8	8
Metodología de estudio	Análisis Estático No Lineal - Pushover	Análisis Estático No Lineal - Pushover
Programa computacional	ETABS	ETABS
R promedio de la metodología propuesta	11	7

Fuente: Elaboración propia

El presente estudio utilizó el método de AENL-Pushover, con el objetivo de determinar el coeficiente de reducción R, para una edificación aporticada de dos pisos utilizando el programa ETABS, obteniéndose un resultado cuyo valor promedio fue de 7.

Así mismo, (Gálvez, 2008), en su trabajo de investigación “Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas”, utilizo el método AENL tiempo-historia, para 20 registros sísmicos apoyado en el programa CANNY, para una edificación de 8 pisos que tuvo un sistema estructural de muros de ductilidad limitada, investigación en la que se obtuvo un valor para R igual a 5, en la Tabla 8 se aprecia la comparación con el presente estudio.

Tabla 5. Comparación de resultados del coeficiente R, Gálvez con Carrión y otros

Discusión de resultados		
Características de la estructura	Investigación realizada por:	
	Gálvez	Carrión y otros.
Nº de pisos de la Estructura Arquetípica	8	2
Sistema Estructural	Muros de ductilidad limitada	Aporticada
Regularidad Estructural	Regular	Regular
R por la Norma E.030	4	8
Metodología de estudio	Análisis Estático No Lineal - Pushover	Análisis Estático No Lineal - Pushover
Programa computacional	CANNY	ETABS
R promedio de la metodología propuesta	5	7

Fuente: Elaboración propia

(Padilla, 2010), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil “Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en

el Perú”, concluye que para llegar a determinar el coeficiente de reducción (R), en primer lugar, deberíamos obtener algunas propiedades detalladas de la estructura como son los tipos de irregularidades ya sea en planta y/o en altura. El investigador utilizó en su estudio 20 edificios, de los cuales se tomó para análisis un edificio de 4 niveles cuyos resultados se tomaron para compararlos con la presente investigación en la Tabla 9.

Tabla 6. Comparación de resultados del coeficiente R, Padilla con Carrión y otros

Discusión de resultados		
Características de la estructura	Investigación realizada por:	
	Padilla	Carrión y otros.
Nº de pisos de la Estructura Arquetípica	4	2
Sistema Estructural	Eje x: Aporticado, Eje y: Dual	Aporticada
Regularidad Estructural	En altura: Regular En planta: Esquinas entrantes.	En altura: Regular En planta: Regular
R por la Norma E.030	Eje x: 6 Eje y: 5.25	Eje x: 8 Eje y: 8
Metodología de estudio	Norma Colombiana	Análisis Estático No Lineal - Pushover
Programa computacional	---	ETABS
R promedio de la metodología propuesta	Eje x: 7.2 Eje y: 6.3	Eje x: 7.12 Eje y: 6.83

Fuente: Elaboración propia

En el año 2010 la norma peruana E.030 no incluía las irregularidades estructurales para el factor R, actualmente si se toma en cuenta las irregularidades tanto en planta y altura según sea el caso de la estructura, por lo que la investigación de Padilla tendría que ser actualizada con la norma E.030 vigente actualmente.

En la presente investigación se estudió una edificación aporticada de 2 pisos, con la finalidad de obtener el coeficiente de reducción de fuerza sísmica. Con los

resultados que se obtuvieron al realizar la evaluación del coeficiente de reducción de fuerza sísmica en el estado elástico de la Norma E.030 peruana y en el estado inelástico del AENL; se deja en discusión los resultados de proyectos a futuro ya que cada edificación tiene diferentes características estructurales y de zona.

La investigación realizada por (Delgadillo, 2005), sobre el “Análisis no lineal estático de estructuras y la norma E.030”, tuvo como objetivo comprobar el uso del Análisis Estático No Lineal presente en la ATC – 40 y FEMA – 356 utilizado con la demanda sísmica, suministrada por la Norma E.030, los resultados permiten concordar con lo mencionado por el autor, el cual concluye que el Análisis No Lineal Estático es un método que permite obtener la sucesión de aparición de rotulas plásticas y estas son las que llevan al colapso a las estructuras, además junto con los parámetros de la norma vigente se puede obtener el nivel de daño. Esta tesis fue realizada con la finalidad de obtener el grado de maestro en ingeniería estructural.

VI. CONCLUSIONES

1. En la evaluación realizada del coeficiente de reducción "R" del centro tecnológico de la UNAJMA, con el Método de Análisis Estático No Lineal – PUSHOVER, se obtuvieron valores para el eje X de 7.12 el cual tiene un déficit de 11 % respecto al coeficiente R planteado en la Norma E.030. así mismo para el eje Y es igual a 6.83 y este tiene un déficit de 14.6 % con referencia a la Norma E.030.

Con lo mencionado líneas antes sabemos que los valores de los coeficientes de reducción obtenidos, son menores a los planteados en la norma E.030 la cual es igual a 8, por ser una edificación con una estructura regular tanto en planta como en altura en sus dos ejes. Por ello concluimos que en vista que los coeficientes de reducción que se obtuvieron en la zona no lineal de la estructura, son menores a lo planteado en la norma E.030 y no responden a los requerimientos porque los valores obtenidos no son conservadores, ya que los valores del coeficiente de reducción R influyen en la configuración de la estructura, por su relación con la cortante basal y esta influye directamente al diseño sísmico estructural.

2. En respuesta al objetivo específico de determinar la sobrerresistencia de la estructura con el método de Análisis Estático No Lineal – PUSHOVER los valores obtenidos son: para el eje X igual a 1.46 y el eje Y igual a 1.38, los cuales se han obtenido a partir de la fuerza cortante de fluencia y la fuerza cortante de cedencia, con lo cual podemos concluir que para que la estructura pase al estado inelástico en las dos direcciones necesitamos fuerzas mínimas en el eje X igual a 95.19 Tn. y en el eje Y igual a 55.50 Tn.
3. La ductilidad que presenta el edificio del centro tecnológico de la UNAJMA, fue obtenida utilizando el Método de Análisis Estático No Lineal – PUSHOVER, como resultado de la división del desplazamiento de fluencia y el desplazamiento de cedencia, cuyos resultados en el eje X es igual a 4.86 cm y en el eje Y es igual a 4.96 cm, por la que podemos concluir que la

estructura en estudio pasa a un estado inelástico con un desplazamiento mínimo en el eje X igual a 2.71 cm. y en eje E igual a 3.08 cm.

4. En respuesta al tercer objetivo del diseño estructural de la edificación, se realizaron los cálculos para determinar las dimensiones de los elementos estructurales llegando a la conclusión de: utilizar zapatas cuadradas de 2.20 m de longitud, utilizar columnas cuadradas de 0.45 x 0.45 m. con 8 aceros de 5/8", 4 aceros de 3/4" y estribos de refuerzo de 3/8", vigas rectangulares de 0.30 x 0.50 m de dimensión, con 6 aceros de 5/8" y estribos de refuerzo de 3/8", así mismo una losa aligerada en una sola dirección con un espesor de 0.25 m., las cuales han sido diseñadas utilizando la norma E.060 y E.030.

VII. RECOMENDACIONES

Se deben realizar estudios en la ciudad de Andahuaylas, utilizando la misma metodología AENL-Pushover, para estructuras de un mismo sistema estructural y de igual regularidad en piso y planta con categorías diferentes y zonas sísmicas distintas, y luego realizar la comparación de los resultados con la norma E.030-RNE.

Se recomienda realizar la investigación desarrollada, para estructuras con irregularidades en piso y planta y distintas categorías de edificaciones como pueden ser: hospitales, centros comerciales, colegios, etc. Utilizando las solicitaciones de la norma E.030, utilizando la metodología del AENL-Pushover.

Realizar estudios similares utilizando modelos estructurales en programas computacionales diversos como: SAP 2000, Robot Structural y otros, con la finalidad de enriquecer los análisis.

Referencias

- Aguiar, R. (2003). *Análisis sísmico por desempeño*. Quito: ISBN-9978-43-192-6.
- Aksoylu, C., Mobark , A., Hakan Arslan , M., & Hakkı Erkan, b. (2020). A comparative study on ASCE 7-16, TBEC-2018 and TEC-2007 for reinforced concrete buildings. *Revista de la construcción*, 19(2),, 282-305. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.19.2.282>.
- Alfarah. (2017). *Advanced Computationally Efficient Modeling of RC Structures Nonlinear Cyclic Behavior (tesis doctoral)*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- American Society of Civil Engineers 41-17. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers.
- ASCE/SEI. (2014). *ASCE/SEI 41-13 Seismic Evaluation and Retro_t of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers ASCE. Reston, Virginia. Obtenido de Disponible en <https://bit.ly/2JwCDg7>.
- Aschheim, M., Hernández Montes, E., & Vamvatsikos, D. (2019). *Design of Reinforced Concrete Buildings for Seismic Performance Practical Deterministic and Probabilistic Approaches*. Estados Unidos: CRC PRESS .
- Athanasios , P. B., & Triantafyllos , K. M. (2021). Seismic enforced-displacement pushover procedure on multistorey R/C buildings. *Engineering Structures*, Volume 229, 2021, 111631, ISSN 0141-0296, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111631>.
- Ávila Ramirez, G. E. (2018). *“Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima - 2018”*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Avila Ramirez, G. E. (2018). *Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima-2018*. Lima.
- Bets, J. W. (2009). *Cómo Investigar en Educación*. Madrid: Morata, S.L.
- Blanco Blasco, A. (2010). *Estructuración y diseños de edificios de concreto armado*. Lima : Capitulo de Ingeniería Civil.
- Bondarenko. (2018). *Seminario: Análisis Estático No Lineal PUSHOVER y desempeño Estructural (Videogravación)*. Lima: INSTITUTO ICCIP.

- Calcina, R. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal*. Tacna: Universidad Privada de Tacna Escuela de Posgrado.
- Carrasco Días, S. (2013). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima : SAN MARCOS.
- Castañeda, F. J., & Guevara, F. L. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el análisis push over de los módulos "B y C" del hospital regional de Lambayeque-Chiclayo*. Lanbayeque.
- Chávez, T. J., Meléndez, G. M., Sinchi, P. S., & Hurtado, A. E. (2013). *Análisis estático no lineal de una estructura porticada esencial*. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Chopra, A. (2014). *Dinámica estructural*. (4ª ed.). México: Pearson de Educación de México.
- Choque Sucasaca, J. F., & Luque Solis, E. D. (2019). *ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES DISEÑADO CON LA NORMA E.030. Tesis Pregrado*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Collado. (2015). *Metodología de la investigación*. México.
- Comercio, E. (2019). *Infografía de sismos en el Perú*. Lima: Diario de circulación nacional.
- Delgadillo, J. (2005). *Análisis no lineal estático de estructuras y la norma E-030*. Lima.
- Delgado, G. (2011). *Diseño de estructuras aporticadas de concreto armado*. Lima.
- Deulofeu, E. R., Ruiz, J. M., & Martínez, E. A. (2016). Non-linear static pushover analysis of a five-storey public building stiffened by ductile reinforced concrete space frames. *Revista De Obras Públicas*, 163(3582), 30-37.
- El Comercio. (2017). *Infografía de sismos en el Perú*. Lima: Diario de circulación nacional.
- Fares, A. (2018). *Seismic Assessment of RC Buildings Using Nonlinear Static Pushover Analysis*. Grin Verlag.
- Fema 356. (2000). *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings (Report N° 356)*. Washington D.C. Estados Unidos.

- Fernández, H. W. (2018). *Análisis Pushover para evaluar el desempeño sísmico de una Institución Educativa en el Centro Poblado Yungasuyo, Provincia Utcubamba-Amazonas*. Amazonas.
- Filian Pinos, M. A., & Macías Zamora, J. R. (2018). *Evaluación de una edificación de hormigón armado mediante el análisis no lineal Push-over (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.)*. Guayaquil.
- Flores Barreto, T. M. (2003). *Estudio del control de rotulas plasticas en porticos de concreto*. Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Gallo Ortiz, G. O., Espino Márquez, L. I., & Olvera Montes, A. E. (2005). *Diseño estructural de casas habitación*. Mexico: McCRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Gálvez, A. (2008). *“Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas”*. Informe de Investigación.
- Gioncu, V., & Mazzolani, F. (2001). *Ductility of seismic-resistant steel structures*.
- González Torres, C. A. (2018). *Análisis estático no lineal (pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Aplicando la Norma Sismorresistente Colombiana 2010 (NSR-10)*. Colombia.
- Handana, M., Karolina, R., & Steven. (2018). Performance evaluation of existing building structure with pushover analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineerin*, 309.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigacion*. Mexico: McGraw Hill Education.
- Illacanchi, G. L. (2019). *Estudio de la relación entre el valor normativo y el valor efectivo del coeficiente de reducción de fuerza sísmica "R" para sistemas con predominancia de muros de corte, utilizando procedimientos de análisis estáticos no lineales*.
- Institute, A. C. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete*. Michigan Estados Unidos: ACI.
- Manohar, S., & Madhekar, S. (2015). *Seismic Design of RC Buildings Theory and Practice*. New Delhi : Springer.

- Medina, C., & Galarza, D. (2020). Comparative seismic analysis of a torsionally-flexible unsymmetric structure by applying NSP, MPA, NLRHA. *Construction engineering magazine*, 257-274.
- Morales, R. (2006). *Diseño en concreto armado*. Lima: ICG.
- Najam, F. A., Rodrigues, H., Elnashai, A., & Calvi, G. (2018). Nonlinear Static Analysis Procedures for Seismic Performance Evaluation of Existing Buildings – Evolution and Issues. *Facing the Challenges in Structural Engineering*, 198.
- Norma E.030. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones Diseño Sismorresistente*. Lima Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Oliva, J. (2017). *Curvas de capacidad y fragilidad estructural de tipologías comúnmente usadas en el Salvador*. El Salvador: Tesis de Maestría.
- Ottazzi Pasino, G. (2014). *Apuntes del curso Análisis Estructural I. Pontifica*. Lima : Facultad de Ciencias e Ingenierías.
- Padilla, G. (2010). *“Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú”*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Paredes Calderón , E. S. (2020). *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de muros estructurales de 14 niveles mediante análisis estático no lineal “pushover”, Trujillo 2020*. Trujillo.
- Poma de la Cruz, J. L. (2018). *Software educativo para la automatización del Análisis no lineal estático PUSHOVER en estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SEAOC. (2019). *Seismic Design Recommendations 2019 (SEAOC Blue Book)*. Structural Engineers Association of Central California.
- Sinan , A., & Asli , M. (2007). Assessment of Improved Nonlinear Static Procedures in FEMA-440. *Journal of Structural Engineering*, 1237-1246.
- Sobaih, M., & Ghazali, A. (2016). Seismic evaluation of reinforced concrete frames in the harsh environment using pushover analysis. *Open Journal of Civil Engineering*, 685-696.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica* . México: LIMUSA.

Anexos

Anexo 1

Norma E.030 - Sistemas estructurales.

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
..	
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Anexo 2



CARTA N° 0132-2021-PCO/UNA/JMA

Andahuaylas, 16 de marzo del 2021

Srs:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ASUNTO: Carta de autorización de tratamiento de información del edificio Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Mediante la presente me dirijo a Uds., para remitirles la carta de autorización de tratamiento de información del edificio Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas de Andahuaylas. Por lo que, en mi calidad de presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional José María Arguedas, autorizo el uso de la información con fines académicos en la investigación “*Evaluación del coeficiente de reducción para diseño estructural, edificio Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020*”, presentado por los bachilleres, *Carrión Abollaneda Richard* y *Ligarda Samanez Carlos Alberto*.

Sin otro particular, me despido Atentamente,


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
COMISIÓN ORGANIZADORA
Dr. Manuel Isaias Vera Herrera
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA

Anexo 3

Matriz de consistencia

TITULO: EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN PARA DISEÑO ESTRUCTURAL, EDIFICIO: CENTRO TECNOLÓGICO UNIVERSIDAD JOSÉ MARÍA ARGUEDAS APLICANDO EL MÉTODO PUSHOVER, ANDAHUAYLAS – 2020

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
Problema General	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo de investigación
¿Cómo es la evaluación del Coeficiente de Reducción para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?	Evaluar el Coeficiente de Reducción para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.	El Coeficiente de Reducción obtenido con el método Pushover es igual o diferente al (R) de la norma E. 030 para el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020.	Evaluación del Coeficiente de reducción Indicadores ✓ Sobrerresistencia ✓ Ductilidad	Aplicada Diseño de investigación No experimental Población Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Muestra
¿Cuál es la sobrerresistencia aplicada en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?	Determinar la sobrerresistencia aplicada en el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.	La sobrerresistencia obtenida con el método PUSHOVER influye en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020.	Diseño estructural de un edificio Indicadores ✓ Losas ✓ Vigas	Modulo A del Centro Tecnológico de la Universidad Nacional José María Arguedas

<p>aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?</p>	<p>Determinar la ductilidad aplicada en el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.</p>	<p>La ductilidad obtenida con el método PUSHOVER influye en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas, Andahuaylas – 2020</p>	<p>✓ Columnas</p>
<p>¿Cuál es la ductilidad aplicada en el diseño estructural, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?</p>	<p>Realizar el diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020.</p>	<p>El diseño estructural edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020; será más óptima en su dimensionamiento.</p>	
<p>¿Cuál es el diseño estructural más óptimo, edificio: Centro Tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando el método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020?</p>			

Anexo 4

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Evaluación del coeficiente de reducción	“En todas las normas, el espectro de respuesta elástica de la aceleración se disminuye mediante un factor que explica entre otras propiedades, la disipación de la energía sísmica por medio de deformaciones inelásticas en la edificación”	Realizando el Análisis Estático No lineal obtendremos el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas en la estructura aporticada	Sobrerresistencia	Fuerzas	Razón
			Ductilidad	Desplazamientos	Razón
Variable Dependiente: Diseño estructural de un edificio	“Para el diseño de estructuras aporticadas intervienen los principales elementos estructurales: losas, vigas, columnas y zapatas”	Edificaciones en las que se observa alguna deformación en su diseño geométrico, las cuales se estudian a profundidad para evitar problemas durante los sismos	Losa	Dimensiones	Razón
				Concreto	Razón
			Vigas	Acero	Razón
				Dimensiones	Razón
			Columnas	Concreto	Razón
				Acero	Razón

Anexo 5



Fotografía 1. Ubicación geográfica del proyecto.



Fotografía 2. Puerta de ingreso a la UNAJMA sede Ccoyahuacho.

Anexo 6



Fotografía 3. Vista frontal del edificio en estudio.



Fotografía 4. Vista posterior del edificio en estudio.



Fotografía 5. Vista isométrica frontal del edificio en estudio.

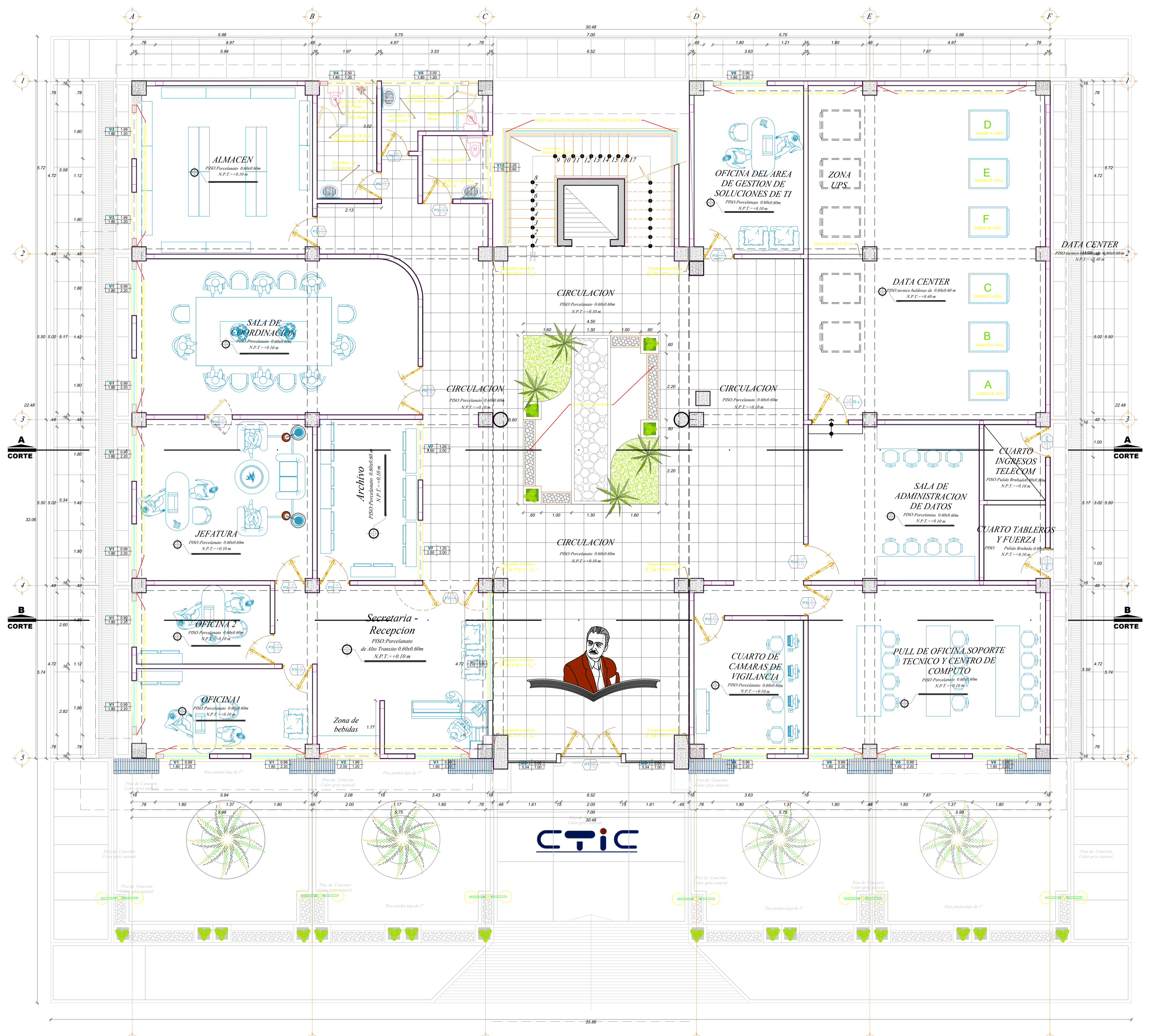


Fotografía 6. Vista isométrica posterior del edificio en estudio.

Anexo 7

Planos arquitectónicos y estructurales de la infraestructura en estudio.

- Plano de arquitectura – primer piso
- Plano de arquitectura – segundo piso
- Plano de arquitectura – elevación
- Planos de estructuras – 01, 02 y 03

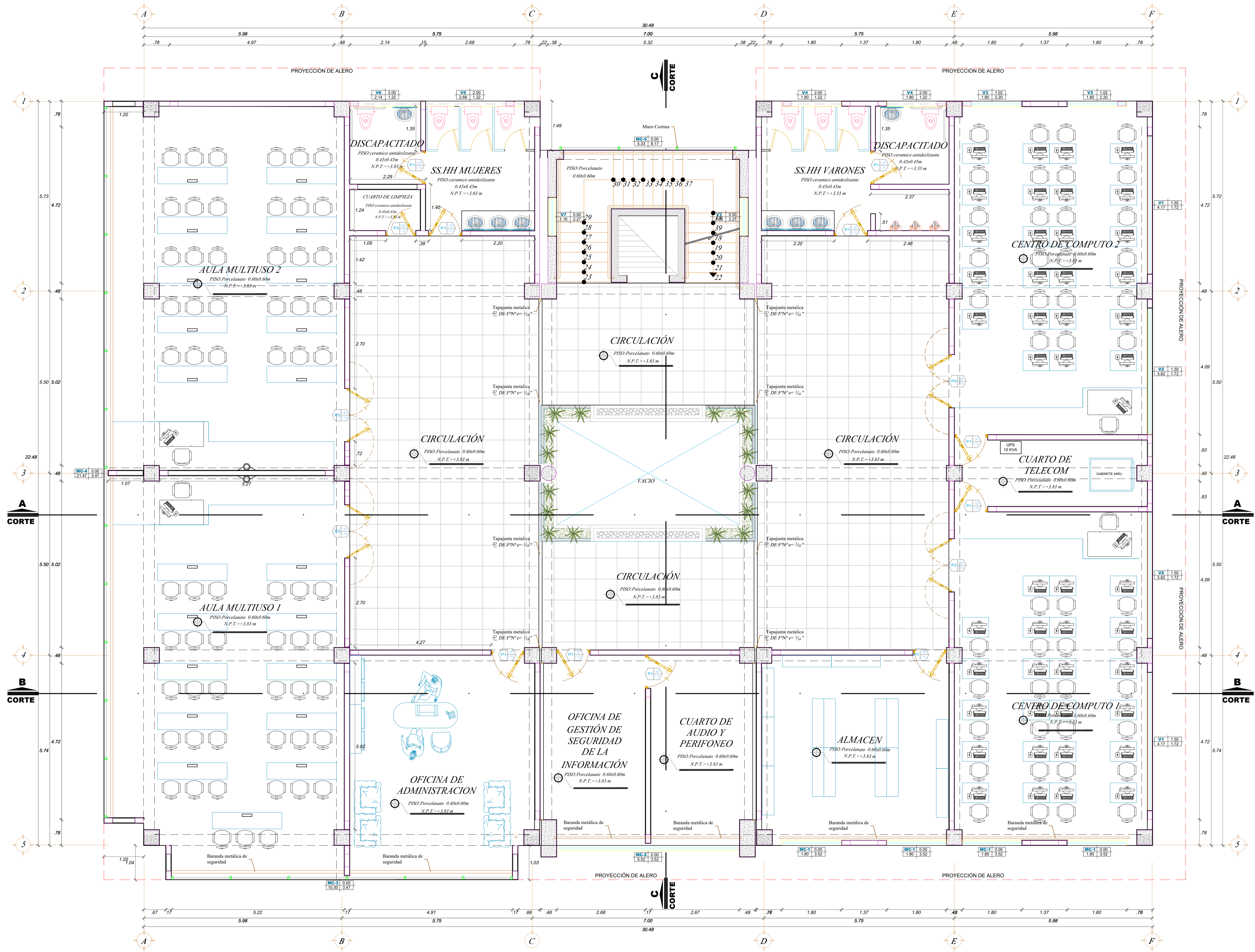


PLANO PRIMER PISO
 Universidad Nacional Jose Maria Arguedas
 Escala 1/75

LEYENDA	
NOMENCLATURA DE VENTANAS	V16 0.95 3.19 1.50
NOMENCLATURA DE PUERTAS	P1 1.00 2.10

TIPO DE PUERTA	ANCHO	ALTO	TIPO DE VENTANA	ANCHO	ALTO
P1	1.00	2.10	V1	0.95	1.50

PROYECTADO: "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARGUEDAS"		PROYECTO: "CENTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMACION Y COMUNICACION"	
UBICACION: "CAMPUS UNIVERSITARIO"		PLANO: "ARQUITECTURA DISTRIBUCION PRIMER NIVEL"	
PROYECTADO: "ANDRÉS PÉREZ"		ESCALA: "1/75"	
SUPERVISOR: "ANDRÉS PÉREZ"		FECHA: "Marzo 2007"	
AUTOR: "ANDRÉS PÉREZ"		DISTRIBUCION: "AR-1"	



A
CORTE

B
CORTE

C
CORTE

A
CORTE

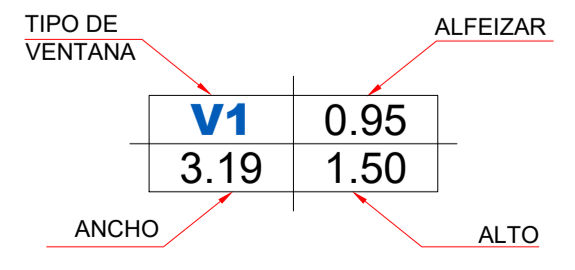
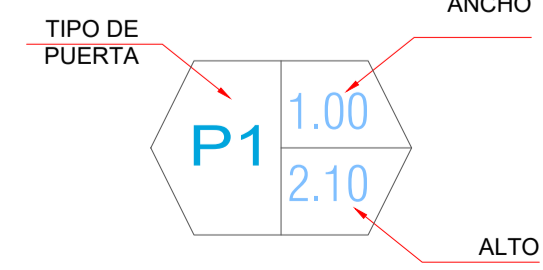
B
CORTE

C
CORTE

PLANO SEGUNDO PISO
Universidad Nacional José María Arguedas

Escala 1/75

LEYENDA	
NOMENCLATURA DE VENTANAS	V16 0.95 3.19 1.50
NOMENCLATURA DE PUERTAS	P1 1.00 2.10



PROFESORADO: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS	PROYECTO: CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	LÁMINA: AR-2
UBICACIÓN: CALLE UNIVERSITARIA	DEPARTAMENTO: ANCAHUAYLAS	PROYECTO: ARQUITECTURA
PROYECTO: DISTRIBUCIÓN SEGUNDO NIVEL	FECHA: Diciembre 2020	REGISTRACIÓN:



ELEVACION PRINCIPAL

Universidad Nacional Jose Maria Arguedas

Escola 1/50

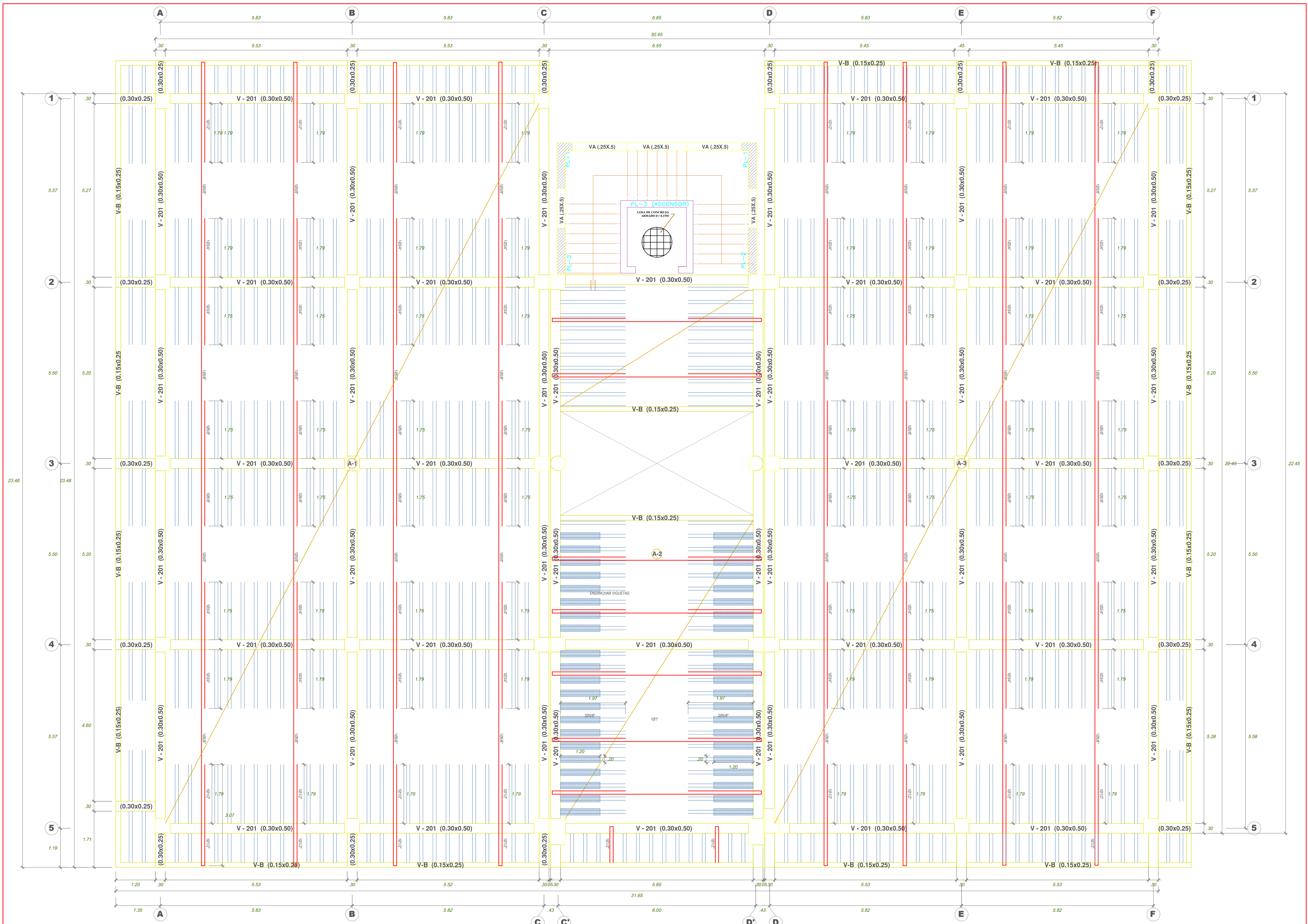


ELEVACION POSTERIOR

Universidad Nacional Jose Maria Arguedas

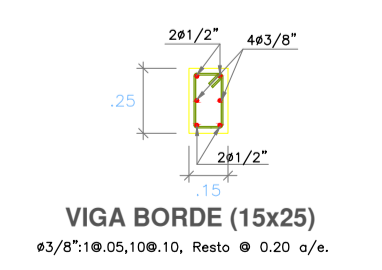
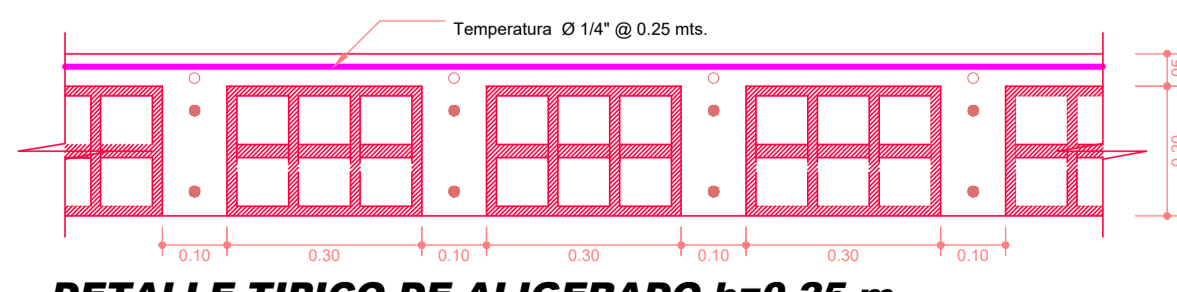
Escola 1/50

PROPIETARIO:	"UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS"	LÁMINA:	AR-1
PROYECTO:	"CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN"	PLANO:	ARQUITECTURA ELEVACIONES
UBICACION:	Ciudad Universitaria	PROVINCIA:	ANCAHUAYLAS
DISTRITO:	SAN AERONABO	DEPARTAMENTO:	APURIMAC
SUPERVISOR:		FECHA:	Diciembre 2020
		DIGITALIZACION:	



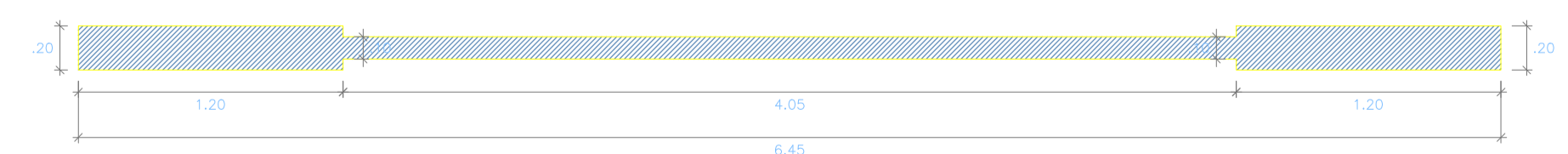
PLANTA ALIGERADO 1ro y 2do PISO H=25cm

Escala: 1/75



ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO	.....	$f_c = 210 \text{ Kg./cm}^2$
ACERO	.....	$f_y = 4200 \text{ Kg./cm}^2$
TERRENO	.....	$q_{10} = 1.374 \text{ Kg./m}^2$
SOBRECARGA	.....	S/C= INDICADA EN PLANTAS
RECUBRIMIENTOS LIBRES		
ZAPATAS	.....	7.5 cm.
MUROS Y LOSAS DE ORIENTACION ...	4.0 cm.	(CASAS EN CONTACTO CON TERRENO o AGUA)
.....	2.5 cm.	CASAS SECAS
COLUMNAS Y VIGAS	.....	4 cm.
ALIGERADOS Y LOSAS	.....	2.5 cm.
ALBANILERIA	.....	$f_m = 65 \text{ Kg./cm}^2$
UNIDAD DE ALBANILERIA	.....	TODAS LAS UNIDADES DE ALBANILERIA DE MUROS Y TABIQUES SERAN HECHAS A MADURA. PODRAN TENER ALVEOLOS QUE NO EXCEDAN EL 35 % DE SU VOLUMEN
MORTERO	.....	CEMENTO = ARENA 1:4



DETALLE DE ENSANCHE DE VIGUETA EN CORREDOR

(Escala: 1/50)

PROPIETARIO: "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS"		LABORAL:	
PROYECTO: "CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN"		E-01	
UBICACION: (ISLA UNIVERSITARIA COCHABAMBA)	PLANO: ESTRUCTURAS	INGENIERO:	FECHA:
DISTRITO: SAN JUAN DE LOS RIOS	LOSA ALIGERADO PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	INGENIERO:	FECHA:
PROYECTOR: ANDRÉS RAMÍREZ	DEPARTAMENTO: AURUMAC	INGENIERO:	FECHA:
SUPERVISOR:		INGENIERO:	FECHA:



ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 TERRENO $\rho = 1.374 \text{ Kg/cm}^3$
 SOBRECARGA S/C= INDICADA EN PLANTAS

REQUERIMIENTOS LIBRES
 CAPAS 7.5 cm
 MUROS Y LOSAS DE OMENTACION 4.0 cm. (CARAS EN CONTACTO CON TERRENO o' AGUA)
 2.5 cm. CARAS SEDAS
 COLUMNAS Y VIGAS 4 cm.
 ALIGERADOS Y LOSAS 2.5 cm.
 ALBANILERIA $f_m = 65 \text{ Kg/cm}^2$
 UNIDAD DE ALBANILERIA TODAS LAS UNIDADES DE ALBANILERIA QUE SE USARÁN DEBERÁN SER RECHAS A MAQUINA.
 PODRÁN TENER ALVEOLOS QUE NO EXCEDAN EL 35 % DE SU VOLUMEN.
 MORTERO CEMENTO - ARENA 1:4

EMPALMES			ESTRIBOS
Ø	L1 (m)	L2 (m)	
1/4"	30	-	
3/8"	40	30	
1/2"	50	40	
5/8"	60	50	
3/4"	70	60	

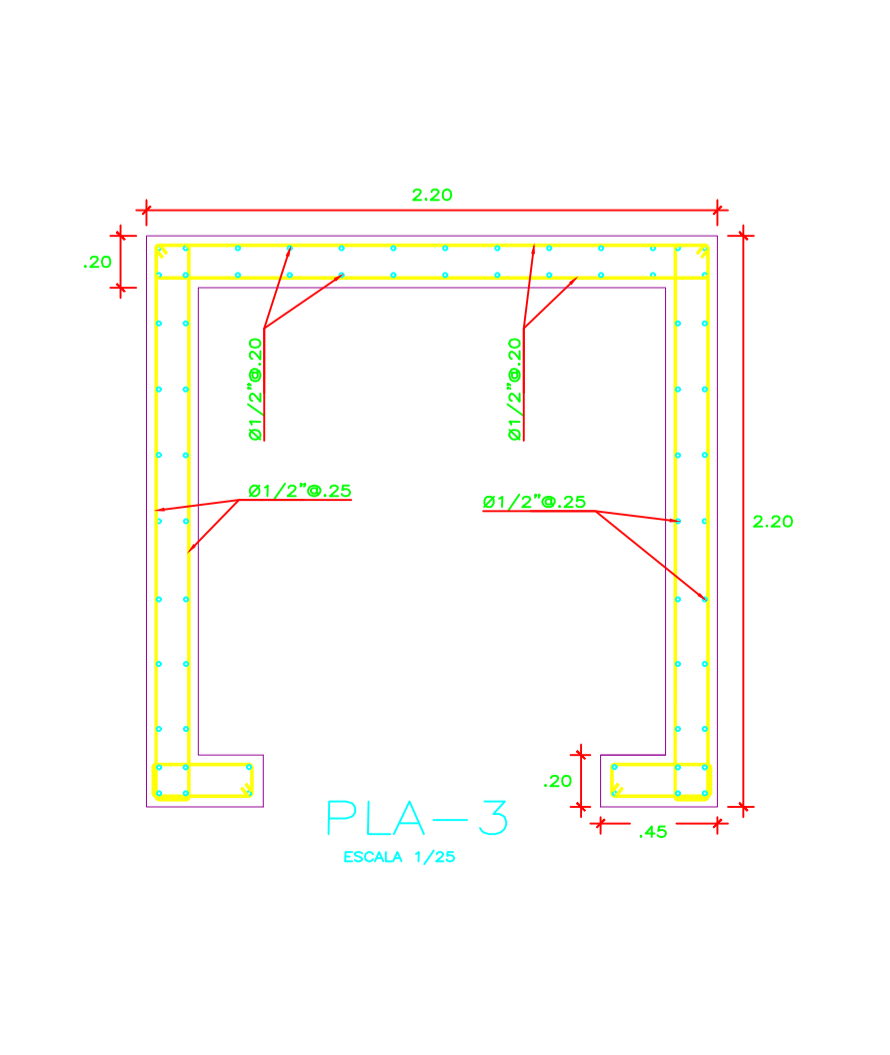
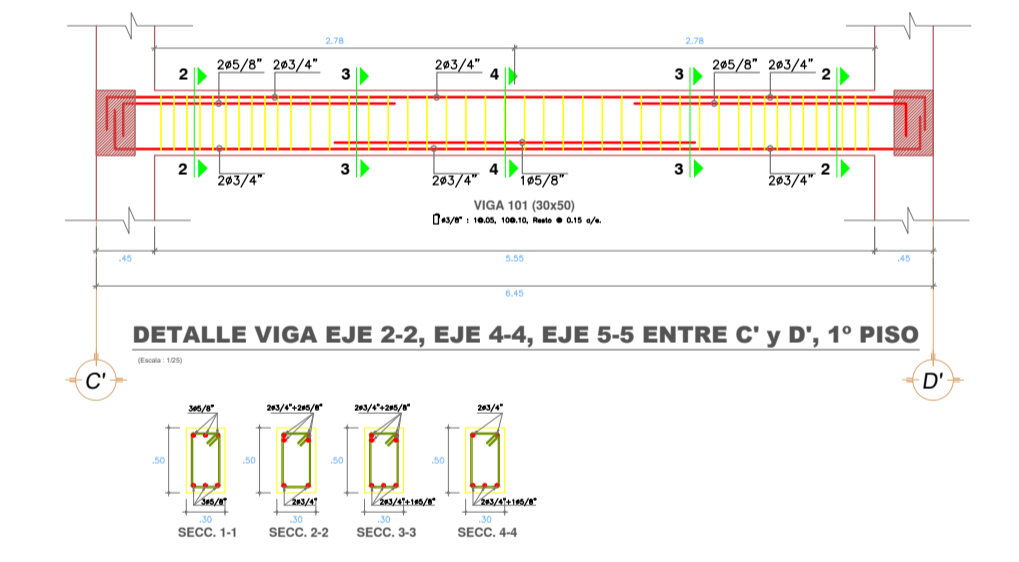
NO SE PERMITIRÁN EMPALMES DE RELUZOS SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LA LUZ DE LA VIGA O C/LADO DE LA COLUMNA.

LIBRAR EN EL 1/2 DE LA CENTRAL Y NO MAS DEL 50%

VIGAS COLUMNAS

5. ENCOFRADOS

- Responsabilidad:** del constructor.
- Características:** Los andamios y encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga no inferior a 200 kg/m². Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de lechada y serán adecuadamente orientados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.
- Tolerancias:** Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:
- En la verticalidad de aristas y superficies de columnas, placas y muros:
 En cualquier longitud de 3 mts. 6 mms.
 En todo el largo ± 20 mms.
 - En el alineamiento de aristas y superficies de vigas y losas:
 En cualquier longitud de 3 mts. 6 mms.
 En cualquier longitud de 6 mts. 10 mms.
 En todo el largo ± 20 mms.
 - En la sección de cualquier elemento -5mms +10 mms.
 - En la ubicación de huecos, poses, tuberías, etc. 5 mms.



CUADRO DE COLUMNAS

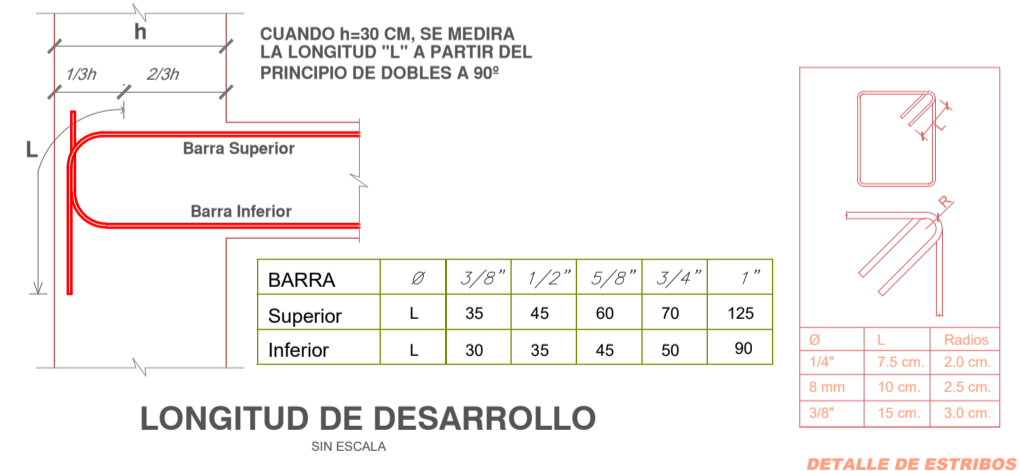
(Escala: 1/25)

NIVEL	TIPO	C1	C2	C3	C4	CA-1
1º y 2º PISO	Diagram					
	Dimensions	283/4" x 285/8"	281" x 283/4"	885/8"	1065/8"	283/8"
	Reinforcement	4ø3/4" + 8ø5/8"	4ø1" + 8ø3/4"	8ø5/8"	20ø5/8"	4ø3/8"
	Notes	□ ø 3/8" x 20.05, 100.10, Rto. ø 20	□ ø 3/8" x 20.05, 100.10, Rto. ø 20	○ ø 3/8" x 20.05, Rto. ø 10	□ ø 3/8" x 20.05, 100.10, Rto. ø 20	□ ø 1/4" x 10.05, 50.10, Rto. ø 25

CUADRO DE VIGAS DE AMARRE

ESCALA 1/25

TIPO	DETALLE	NIVEL	ESTRIBOS
VA-1		1º	□ ø 14" x 10.05, Rto. ø 20
		2º	
		3º	
			203/8"

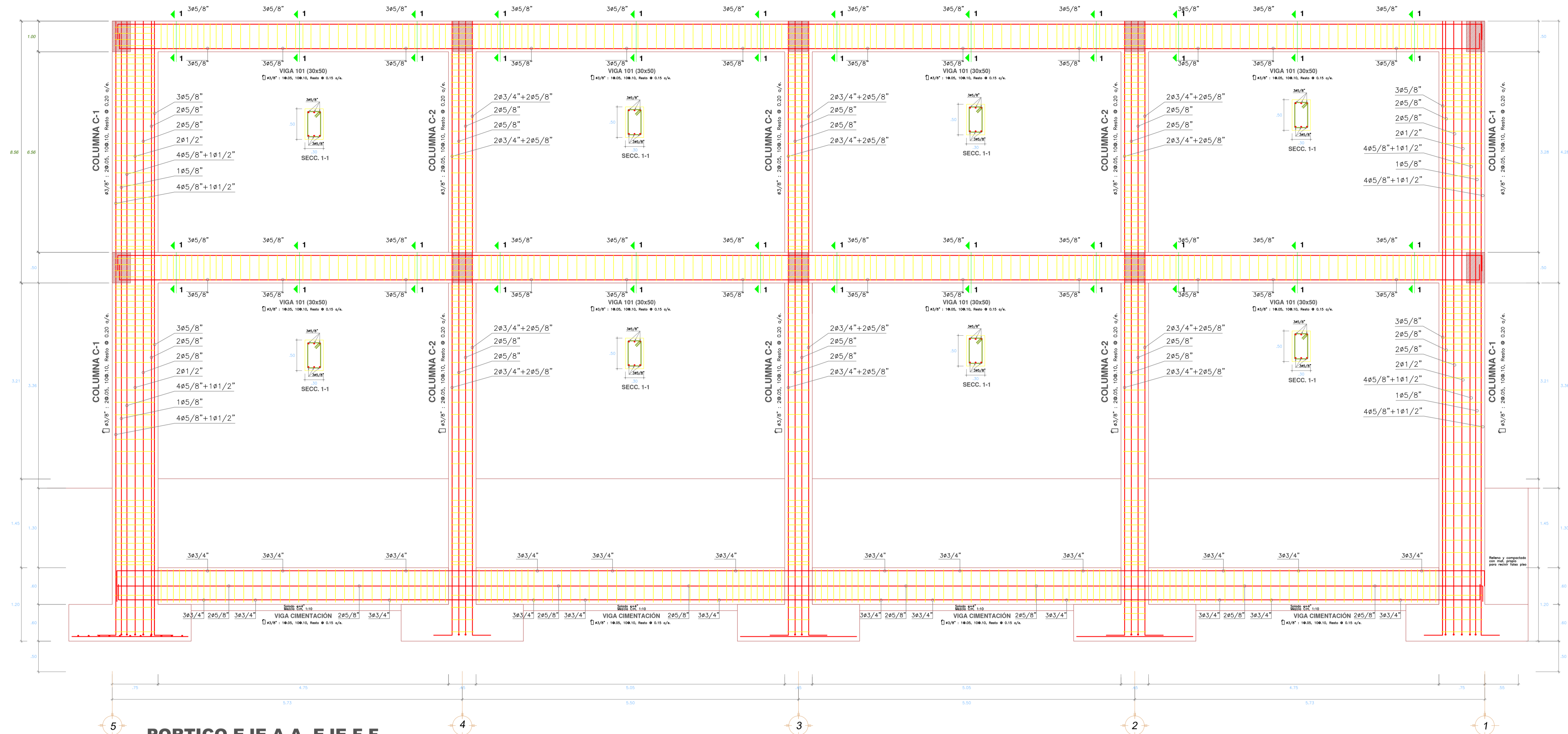


PROPIETARIO: "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS"
 PROYECTO: "CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN"
 UBICACIÓN: "CALLE ALBERNINERA COCHABAMBA"
 DISEÑO: SAN JERÓNIMO
 PROYECTOR: AGUIRRE/ALAS
 DEPARTAMENTO: ARQUITECTURA
 SUPERVISOR:

PLANO: ESTRUCTURAS
 DETALLE DE VIGAS Y COLUMNAS
 PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

VBL: _____ INGENIERO
 FECHA: Diciembre 2020
 DIGITALIZACIÓN:

CÁRTEL: E-02



PORTICO EJE A-A, EJE F-F

(Escala: 1/75)

ESPECIFICACIONES GENERALES

- CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - ACERO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - TERRENO $\gamma = 1.374 \text{ kg/cm}^2$
 - SOBRECARGA $S/C =$ INDICADA EN PLANTAS
- RECLAMACIONES LIBRES**
- ZAPATAS 7.5 cm
 - MUROS Y LOSAS DE CIMENTACION 4.0 cm (CARAS EN CONTACTO CON TERRENO o AGUA)
 - COLUMNAS Y VIGAS 2.5 cm (CARAS SECAS)
 - ALIGERADOS Y LOSAS 2.5 cm
 - ALBANILERIA $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
 - UNIDAD DE ALBANILERIA: TODAS LAS UNIDADES DE ALBANILERIA DE MUROS Y TABICOS SERAN HECHAS A MAQUINA. PODRAN TENER ALVEOLOS QUE NO EXCEDAN EL 35% DE SU VOLUMEN
 - MORTERO: CEMENTO = ARDUA 1:4

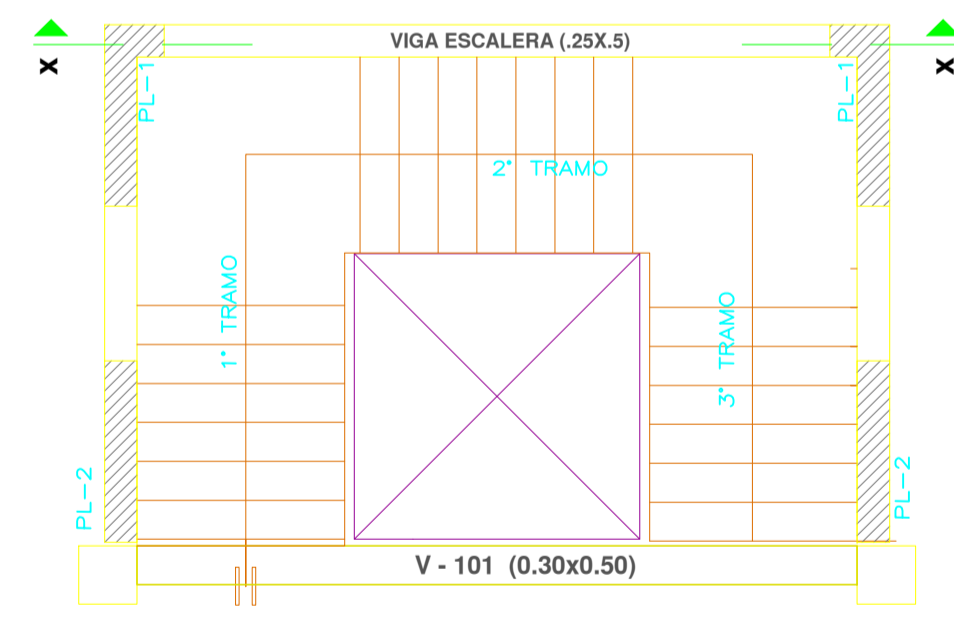
EMPALMES		ESTRIBOS	
ϕ	L1 (m)	L2 (m)	
1/4"	30	-	
3/8"	40	30	
1/2"	50	40	
5/8"	60	50	
3/4"	70	60	
1"			

NO SE PERMITIRAN EMPALMES DE REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD $\geq 1/4$ DE LA LUZ DE LA VIGA A C/LADO DE LA COLUMNA

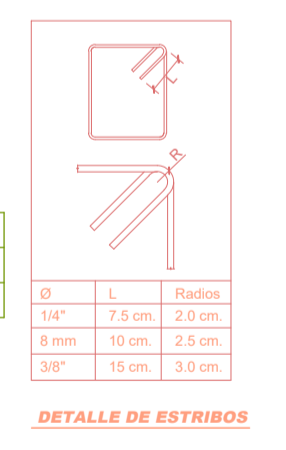
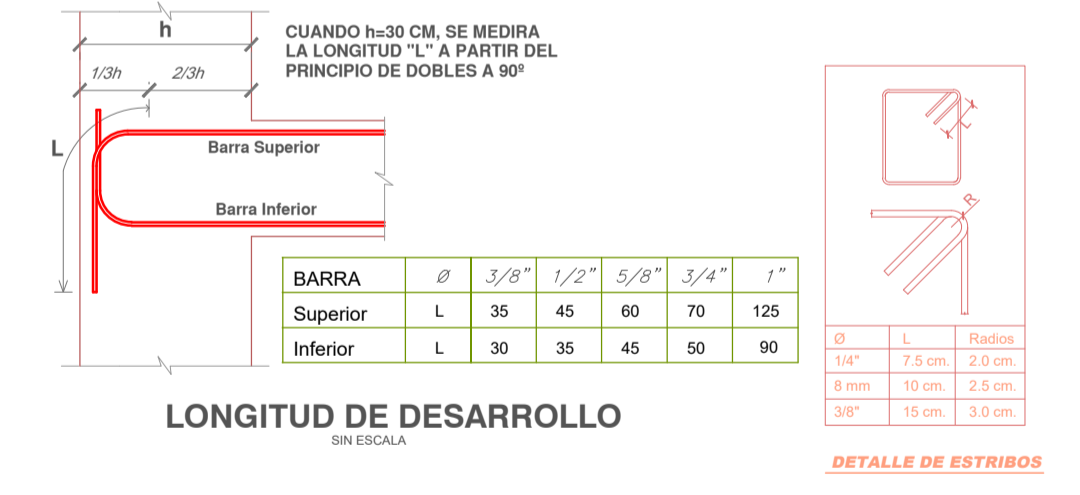
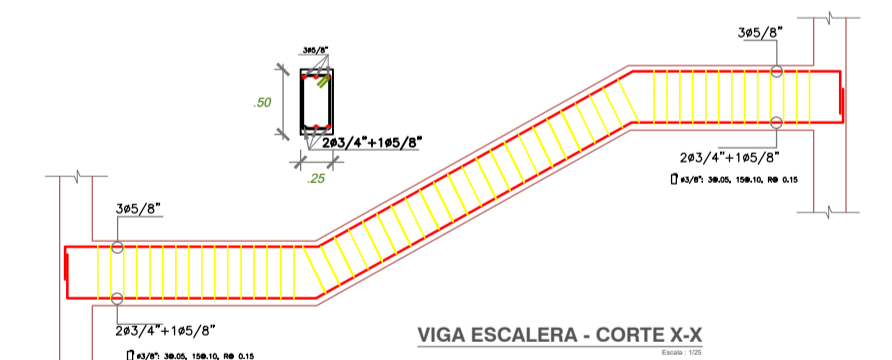
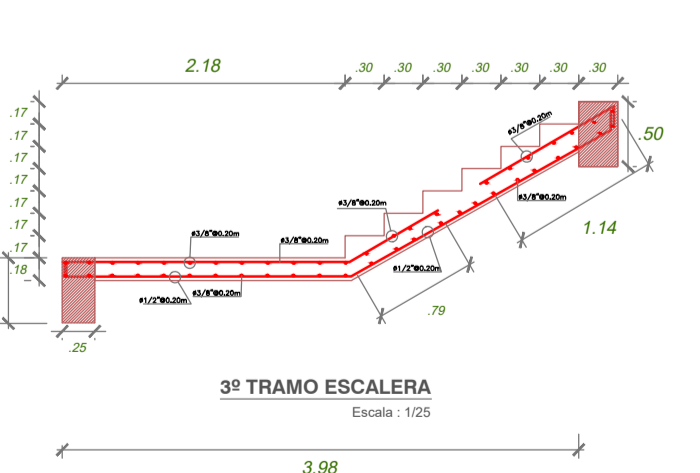
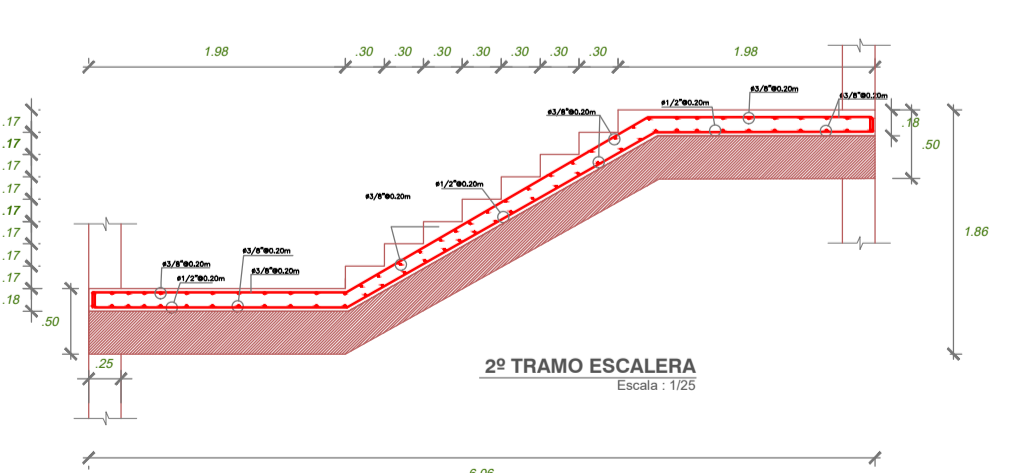
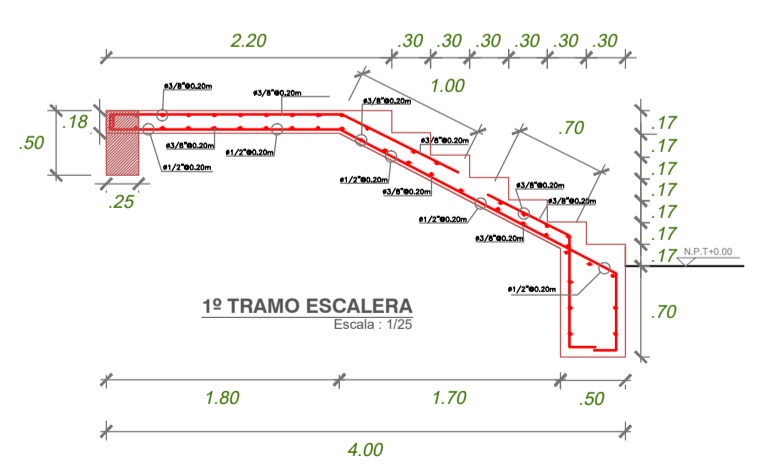
UBICAR EN EL 1/3 DE LA COLUMNA Y NO MAS DEL 50%

5. ENCOFRADOS

- Responsabilidad del constructor.
- Características:** Los andamiajes y encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuja del concreto y una sobrecarga no inferior a 200 kg/m^2 . Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de lechada y serán adecuadamente anclados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.
- Tolerancias:** Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:
- En la verticalidad de oristas y superficies de columnas, placas y muros:
 - En cualquier longitud de 3 mts. 6 mms.
 - En todo el largo 20 mms.
 - En el alineamiento de oristas y superficies de vigas y losas:
 - En cualquier longitud de 3 mts. 6 mms.
 - En cualquier longitud de 6 mts. 10 mms.
 - En todo el largo 20 mms.
 - En la sección de cualquier elemento $-5\text{mms} +10 \text{ mms}$.
 - En la ubicación de huecos, pasas, tuberías, etc. 5 mms.



PLANTA ESCALERA



PROPIETARIO: "UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS"

PROYECTO: "CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN"

UBICACION: (CAMPUS UNIVERSITARIO COCHABAMBO)

DISTRITO: SAN JERÓNIMO

PROVINCIA: ANDACOLLA

DEPARTAMENTO: APURÍMAC

SUPERVISOR:

PLANO: ESTRUCTURAS

DETALLE DE PORTICO Y ESCALERA PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

VOL: INGENIERA

FECHA: DICIEMBRE 2020

DIBUJANTE:

LAVINA: **E-03**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA


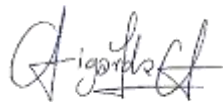
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Yo (Nosotros) RICHARD CARRIÓN ABOLLANEDA, CARLOS ALBERTO LIGARDA SAMANEZ estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN PARA DISEÑO ESTRUCTURAL, EDIFICIO CENTRO TECNOLÓGICO UNIVERSIDAD JOSÉ MARÍA ARGUEDAS APLICANDO MÉTODO PUSHOVER, ANDAHUAYLAS – 2020", 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.

Nombres y Apellidos	Firma
RICHARD CARRIÓN ABOLLANEDA DNI: 41877537 ORCID: 0000-0002-1875-4180	 Firmado digitalmente por: CCARRIONAB el 23 de marzo de 2021
CARLOS ALBERTO LIGARDA SAMANEZ DNI: 31190026 ORCID: 0000-0001-7519-8355	 Firmado digitalmente por: CALIGARDAL el 23 de marzo de 2021