

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**



**“VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN DE
TURISMO Y HOTELERÍA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CAJAMARCA”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Carlos Alberto Pastor Rodríguez

ASESOR:

Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2022

Dedicatoria:

*A mi mamá Diana, por todo su amor y por enseñarme
que con poco se puede hacer mucho.*

A mi papá Germán, por cuidarme desde el primer día de mi vida.

Agradecimientos

A mi asesor, el Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por el apoyo y orientación en la vida universitaria y en el desarrollo de esta tesis.

A mi primo Antonio Olano, por el apoyo brindado desde que egresé de la universidad.

A mis hermanos, familiares y a mis amigos cercanos, por su apoyo en el desarrollo de la parte experimental de esta tesis.

ÍNDICE

LISTADO DE ILUSTRACIONES	6
LISTADO DE TABLAS	8
CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3. HIPÓTESIS GENERAL	14
4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
5. ALCANCES	15
6. LIMITACIONES	15
7. OBJETIVO	15
8. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	16
8.1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
8.2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
8.3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	16
8.4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS:	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO	17
1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	18
1.1. Antecedentes internacionales	18
1.2. Antecedentes nacionales	18
1.3. Antecedentes locales	19
2. BASES TEÓRICAS	20
2.1. Sismicidad	20
2.2. Vulnerabilidad Sísmica	26
2.3. Necesidad de evaluación de la edificación	26
2.4. Tipos de vulnerabilidad sísmica	27
2.5. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica	28
2.6. Edificaciones esenciales	30
2.7. Curvas de fragilidad	31
3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	33
CAPÍTULO III	35
MATERIALES Y MÉTODOS	35
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	36
2. ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN	36

3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. Población y muestra del estudio	36
3.2. Tipo, nivel, diseño y método de investigación	36
3.3. Tipo de análisis	37
3.4. Recolección de datos	37
3.5. Procesamiento de datos	38
3.5.1. Verificación de planos	38
3.5.2. Determinación de las propiedades de los materiales	39
3.5.3. Simulación de Montecarlo	40
3.5.4. Modelado estructural	41
3.5.5. Selección del parámetro de intensidad sísmica	43
3.5.6. Selección de acelerogramas reales	43
3.5.7. Generación y tratamiento de acelerogramas sintéticos	45
3.5.8. Selección del parámetro índice de daño	50
3.5.9. Definición de los estados de daño y su correlación con el índice de daño 50	
3.5.10. Análisis dinámico no lineal tiempo historia	57
3.5.11. Vulnerabilidad Sísmica Estructural	57
3.6. Análisis de datos y presentación de resultados	60
CAPÍTULO IV	62
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	63
2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	67
3. MODELADO ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL TIEMPO HISTORIA	70
4. RESULTADOS DEL MÓDULO A	75
5. RESULTADOS DEL MÓDULO B	85
6. RESULTADOS DEL MÓDULO C	94
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	104
CAPÍTULO V	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
1. CONCLUSIONES	113
2. RECOMENDACIONES	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

LISTADO DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Figura 1: Mapa sísmico del Perú (Fuente: Instituto Geofísico del Perú)	21
Figura 2: Zonas sísmicas (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones)	22
Figura 3: Mapa sísmico de Cajamarca (Fuente: Instituto geofísico del Perú).....	23
Figura 4: Intensidades sísmicas locales (Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil). 23	
Figura 5: Definición de curvas de fragilidad (Fuente: Velásquez, 2006).....	31
Figura 6: Vista frontal del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)	38
Figura 7: Vista posterior del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)	38
Figura 8: Vista latera 11 del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)	38
Figura 9: Vista lateral 2 del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)	39
Figura 10: Distribución de la arquitectura (Piso 1) (Fuente: Planos de Arquitectura)	39
Figura 11: Modelado del Módulo A (Fuente: Elaboración propia en Etabs).....	42
Figura 12: Modelado Módulo B (Fuente: Elaboración propia en Etabs)	42
Figura 13: Modelado Módulo C (Fuente: Elaboración propia en Etabs)	42
Figura 14: Acelerogramas reales 26/05/2019 (Fuente: IGP)	44
Figura 15: Funciones envolventes presentes en AcelSin (Fuente: Manual de Acelsin)	45
Figura 16: Espectro de pseudoaceleración de acelerograma base (Fuente: AcelSin, a partir de IGP)	46
Figura 17: Función envolvente a partir de acelerograma base (Fuente: Elaboración propia en Acelsin)	47
Figura 18: Acelerograma sintético formado en AcelSin (Fuente: Elaboración propia en AcelSin)	47
Figura 19: Corrección por línea base (Fuente: Elaboración propia en SeismoSignal)	48
Figura 20: Espectro de diseño para Espectrocompatibilidad (Fuente: Elaboración propia)	49
Figura 21: Diagrama de representación del ADNLTH (Fuente: Elaboración propia)	57
Figura 22: Modelo de curvas de fragilidad hechas por metodología HAZUS (Fuente: Hazus, 1999)	60
Fotografía 23: Fachada del pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Captura propia)	65
Fotografía 24: Vista al frontis del módulo A (Fuente: Captura propia)	65
Fotografía 25: Pasadizo tercer nivel (Módulos A y B) (Fuente: Captura propia)	66

Figura 26: Vista de las secciones del módulo A (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	70
Figura 27: Vista de las secciones del módulo B (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	71
Figura 28: Vista de las secciones del módulo C (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	72
Figura 29: Propiedades no lineales para el concreto (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	73
Figura 30: Modelos idealizados de plasticidad en vigas y columnas (Fuente: NIST, 2010)	73
Figura 31: Rótulas generadas en la estructura (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	74
Figura 32: Acelerogramas sintéticos para ADNLTH (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	75
Figura 33: Histograma – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)	81
Figura 34: Curvas de Fragilidad – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)	84
Figura 35: Histograma – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)	90
Figura 36: Curvas de fragilidad – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)	94
Figura 37: Histograma – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)	100
Figura 38: Curvas de Fragilidad – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)	103
Figura 39: Deriva de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	104
Figura 40: Deriva de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	105
Figura 41: Deriva de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	105
Figura 42: Deriva de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	106
Figura 43: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	107
Figura 44: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	107
Figura 45: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	108
Figura 46: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	108
Figura 47: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	109

Figura 48: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	110
Figura 49: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	110
Figura 50: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)	111

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Categoría de las Edificaciones y factor U (Fuente: NTP 0.30 Diseño Sismorresistente)	30
Tabla 2: Matriz que genera el macro para los 50 valores aleatorios de $F'c$	40
Tabla 3: Matriz que genera el macro para los 50 valores aleatorios de Fy	41
Tabla 4: Acelerogramas reales escogidos (Fuente: Elaboración Propia)	44
Tabla 5: Tipos de estructuras planteados por Hazus (Fuente: Hazus, 1999).....	51
Tabla 6: Clasificación de las estructuras en ingeniería de acuerdo a su altura (Fuente: Hazus, 1999).....	53
Tabla 7: Parámetros para curvas de fragilidad estructurales con un código de nivel moderado para diseño sísmico (Fuente: Hazus, 1999).....	56
Tabla 8: Estados de daño para investigación (Fuente: Elaboración propia).....	56
Tabla 9: Códigos para los parámetros de capacidad de una edificación (Fuente: HAZUS, 1999).....	58
Tabla 10: Media y beta para los estados de daño seleccionados (Fuente: Elaboración propia).....	59
Tabla 11: Tipos de concretos usados en la edificación (Fuente: Planos de la estructura)	63
Tabla 12: Valores para la simulación de Montecarlo de $f'c$ (Fuente: Burga y Rivera, 2019).....	67
Tabla 13: Resistencia a la compresión para las simulaciones (Fuente: Elaboración propia).....	68
Tabla 14: Valores para la simulación de Montecarlo de Fy (Fuente, Velásquez, 2006) 69	69
Tabla 15: Fy para las simulaciones (Fuente: Elaboración propia)	70
Tabla 16: Modos de vibración – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)	71
Tabla 17: Modos de vibración – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)	71
Tabla 18: Modos de vibración – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)	72
Tabla 19: Desplazamientos máximos por piso – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)	76
Tabla 20: Cortantes por piso – Módulo A (Fuente: Elaboración propia).....	78
Tabla 21: Momentos de vuelco – Módulo A (Fuente: Elaboración propia).....	79
Tabla 22: Derivas máximas de entrepiso para el módulo A (Fuente: Elaboración propia)	80
Tabla 23: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo A (Fuente: Elaboración propia).....	81
Tabla 24: Desplazamientos espectrales para el módulo A (Fuente: Elaboración propia)	83

Tabla 25: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo A (Fuente: Elaboración propia)	84
Tabla 26: Desplazamiento máximo por piso – Módulo B (Fuente: Elaboración propia).....	86
Tabla 27: Cortante por piso – Módulo B (Fuente: Elaboración propia).....	87
Tabla 28: Momento de vuelco – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)	88
Tabla 29: Derivas máximas de entrepiso para el módulo B (Fuente: Elaboración propia)	90
Tabla 30: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo B (Fuente: Elaboración propia).....	90
Tabla 31: Desplazamientos espectrales para el módulo B (Fuente: Elaboración propia)	92
Tabla 32: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo B (Fuente: Elaboración propia)	93
Tabla 33: Desplazamiento máximo por piso – Módulo C (Fuente: Elaboración propia).....	95
Tabla 34: Cortante por piso – Módulo C (Fuente: Elaboración propia).....	97
Tabla 35: Momento de vuelco – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)	98
Tabla 36: Derivas máximas de entrepiso para el módulo C (Fuente: Elaboración propia)	99
Tabla 37: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo C (Fuente: Elaboración propia).....	100
Tabla 38: Desplazamientos espectrales para el módulo C (Fuente: Elaboración propia)	102
Tabla 39: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo C (Fuente: Elaboración propia)	103
Tabla 40: Derivas de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia) ..	104
Tabla 41: Deriva de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)..	105
Tabla 42: Deriva de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)....	105
Tabla 43: Deriva de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)..	106
Tabla 44: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia).....	107
Tabla 45: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia).....	108
Tabla 46: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia).....	108
Tabla 47: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia).....	109
Tabla 48: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia).....	110
Tabla 49: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia).....	110
Tabla 50: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia).....	111
Tabla 51: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia).....	111

RESUMEN

Con el devenir del tiempo la Universidad Nacional de Cajamarca ha venido modernizando la infraestructura que utilizan los estudiantes para la formación de estos como profesionales. Una de las estructuras que vienen prestando este servicio es el pabellón de Turismo y Hotelería y en la presente investigación se ha encontrado la vulnerabilidad sísmica que este presenta para el conocimiento de todos los usuarios en general. La metodología aplicada para encontrarla es la metodología HAZUS y esta indica la probabilidad de daño que puede tener una estructura a partir de su desplazamiento espectral, apoyándose en el análisis dinámico no lineal tiempo – historia y en la variabilidad de las propiedades mecánicas de los materiales usados en la edificación.

Como fruto de esta investigación se determinó que el pabellón en cuestión presenta una vulnerabilidad y probabilidad baja de presentar daños al momento de un sismo moderado (10% en el módulo A, 18% en el módulo B, 5% en el módulo C). Sin embargo, en un sismo severo es posible que esta probabilidad aumente y por ende el daño también; a pesar de esto, la estructura podrá seguir su funcionamiento debido a que se encuentra en buen estado y ha respondido de manera adecuada en todas las simulaciones hechas en la presente tesis.

PALABRAS CLAVE: Vulnerabilidad sísmica, Probabilidad de daño, Análisis dinámico no lineal tiempo historia, Sismo.

ABSTRACT

Troughout the time, our National University of Cajamarca has been modernizing the existing infrastructure in all the university campus, with only a very unique purpose: to improve the quality of student learning. One of these buildings is the bellmouth of “Turismo y Hotelería” and in this research the seismic vulnerability has been found for all the users in general. HAZUS methodology was applied for the search of the result and this shows the damage probability that a given structure presents, with the support of the non – linear time history dynamic analysis and the mechanical properties variability of the materials used in this structure.

In this research we obtained as a final result that this building has a low seismic vulnerability and a low damage probability under the effects of a moderate earthquake (10% in Module A, 18% in Module B, 5% in Module C). Despite these results, in a severe earthquake the probability of suffering some damage is higher, however, the building could continue with its operation because it is currently in good conditions and it has had a good answer in front of the simulations that we made in this research.

KEY WORDS: Seismic Vulnerability, Damage Probability, Non – linear Time History Dynamic Analysis, Earthquake.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia nuestra civilización se ha visto amenazada por los diversos desastres naturales que han acaecido y han azotado nuestras ciudades y edificaciones. Uno de los peligros que siempre ha estado inmerso son los sismos o terremotos, que con el devenir del tiempo han afectado directamente la calidad de vida de las personas, ya que devastan toda posible sociedad ubicada en su epicentro y alrededores, causando daños materiales y humanos.

El hombre, en su afán de prevenir estas pérdidas antes mencionadas, se ha propuesto estudiarlas y tratar de afrontarlas, usando a la ingeniería como una de sus armas principales. Como claramente no podemos predecir cuándo es que se producirá un sismo siempre se ha tratado de estar preparado de distintas maneras para la correcta actuación ante estos fenómenos naturales.

El continente americano, específicamente Latinoamérica, ha estado expuesto siempre a sismos debido a que está ubicado en el límite de varias placas tectónicas que conforman el conocido “Cinturón de fuego”; solo por citar alguno de estos movimientos telúricos podemos mencionar al Terremoto de Puerto Príncipe (Haití) en 2010. (Ayala et al, 2017).

El Perú, al ser parte de Latinoamérica, se ha visto afectada directamente por esta condición, y por ende ha tenido a lo largo del tiempo muchísimos movimientos telúricos que han causado pérdidas materiales y vidas humanas; como el más devastador tenemos al terremoto del 31 de mayo de 1970 (Ancash) y el del 15 de agosto del 2007 (Pisco). (IGP, 2009).

Y a lo largo de nuestra historial regional hemos experimentado sismos que van según la escala de Mercalli desde VII MM hasta XII MM. En nuestro territorio existen actualmente fallas activas que son capaces de producir sismos continuamente, dos de las fallas más influyentes en la región nuestra son la “Falla Chaquibamba” y el “Sistema de fallas Rioja-Moyobamba” (Zavala & Rosado, 2010).

Entonces conociendo la sismicidad en el Perú definimos al peligro sísmico, que es la probabilidad de que ocurra un sismo de una intensidad o valor fijado en un lugar determinado (Castillo & Alva, 2014).

Junto a esta variable surge otra más, la vulnerabilidad sísmica, y ambas formarán parte de lo que en ingeniería se conoce como riesgo sísmico. Dichas variables mencionadas anteriormente pueden ser calculadas por separado y son aplicables a las estructuras existentes.

Dentro de estas estructuras existentes, podemos encontrar a los centros educativos, como una de las estructuras que más necesita de estos estudios, ya que pueden servir como refugio después de un desastre (VIVIENDA, 2019).

Ante esto nuestra investigación se enfocará en el desarrollo de una de las variables que implica el riesgo sísmico: La Vulnerabilidad Sísmica, ya que nuestro país y nuestra región son propensos a la actividad de sismos frecuentemente.

Los ingenieros nos hemos visto en la obligación de realizar un diagnóstico, tanto cualitativo como cuantitativo, de las edificaciones e infraestructuras que conforman nuestra ciudad (en este caso de nuestra ciudad universitaria); dicho diagnóstico, puede ser dado por la vulnerabilidad sísmica, porque nos permite cuantificar el tipo de daño estructural, la forma de falla y la capacidad de resistencia de una determinada estructura bajo condiciones de sismos.

Los inicios del proyecto para la construcción del edificio de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca vieron la luz en el año 2014, lo que significa que fue diseñado usando la Norma E 0.30 vigente para ese entonces.

Actualmente la Norma E 0.30 se ha visto alterada gracias a la Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA, que aprueba la modificación de esta. Dicha actualización se publicó recientemente en el diario “El Peruano” el 7 de diciembre del 2018. Los artículos que se han cambiado han modificado lo siguiente: Microzonificación sísmica, Perfiles de suelo (que se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de ondas de corte Vs), definiciones de sistemas estructurales, procedimientos para el análisis sísmico, entre otros.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Si se ha diseñado el edificio teniendo como base la Norma del año 2014, entonces emerge la necesidad de saber si los estándares que ha cumplido la construcción del pabellón para ese año siguen cumpliéndose para la más reciente actualización; surge entonces la interrogante:

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica del pabellón para la Facultad de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca?

3. HIPÓTESIS

3.1. General

El grado de vulnerabilidad sísmica del pabellón de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca será bajo; la estructura presentará daños moderados y un comportamiento adecuado frente a un sismo de intensidad moderada.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollamos esta investigación porque el grado de vulnerabilidad sísmica nos puede servir en un futuro a corto plazo para elaborar planes de evacuación y tomar medidas de prevención ante posibles movimientos telúricos que puedan ocurrir en la zona; además, nos hemos apoyado en estudios y métodos planteados y probados previamente.

Gracias a esta investigación se han visto beneficiados: La Universidad Nacional de Cajamarca, porque ahora cuenta con un estudio de vulnerabilidad para una de sus edificaciones más recientes en los últimos años; los usuarios del pabellón de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca, porque conocen del comportamiento de su edificio frente a un sismo y podrán capacitarse mejor para una posible evacuación del mismo; y el investigador, porque amplió conocimientos en cuanto a estructuras y podrá obtener el título profesional pertinente.

5. ALCANCES

Se realizó la investigación pertinente para hallar el grado de vulnerabilidad sísmica del pabellón de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca, al año 2021. Esta investigación fue factible gracias a que contamos con los elementos necesarios para su desarrollo.

6. LIMITACIONES

Es sabido que Vulnerabilidad Sísmica es una variable de un tema de investigación más amplio llamado “riesgo sísmico”, sin embargo, en esta investigación no se determinará este, ni tampoco el resto de variables (peligro sísmico e interfaz suelo-estructura) que permitan estimarlo, tan solo nos enfocaremos en la Vulnerabilidad Sísmica de la edificación pertinente utilizando estrictamente a las curvas de fragilidad como metodología.

7. OBJETIVOS

7.1. General:

Determinar la vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca.

7.2. Específicos:

- Estimar los daños y el desempeño de los módulos A; B y C frente a un determinado sismo.
- Estimar el porcentaje de los daños que presentará la estructura a partir de la generación de las curvas de fragilidad.

- Utilizar el análisis dinámico no lineal tiempo historia con el fin de obtener datos más acertados en cuanto a deformaciones, fuerzas y demás información para nuestra investigación.
- Utilizar acelerogramas sintéticos que no distorsionen los resultados al momento de usarlos en las simulaciones para la obtención de las curvas de fragilidad.

8. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

8.1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En este apartado encontraremos los cimientos de nuestra investigación: Contextualización, planteamiento y formulación del problema; justificación; alcances; limitaciones y objetivos.

8.2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Encontraremos antecedentes que respaldan nuestra investigación, así como las bases teóricas y definición de términos básicos que permitirán un adecuado entendimiento de esta tesis.

8.3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento y análisis de datos; también la presentación de los resultados que se evaluarán en el capítulo siguiente.

8.4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

Interpretaremos los datos obtenidos en la investigación para poder brindar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

8.5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.7. ANEXOS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

1.1. Antecedentes internacionales

1.1.1. Golfo, A. & Serna, L. (2015). Realizaron un artículo de investigación que exhibe un análisis de vulnerabilidad a la estructura de 36 instituciones educativas públicas del sector urbano del municipio de Girardot – Cundinamarca (Colombia).

La metodología usada en esta investigación se basó en la propuesta de Cardona y Hurtado y en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10; evaluando a las edificaciones de manera cualitativa.

Como conclusiones se obtuvo que la vulnerabilidad de las estructuras desde un punto de vista cualitativo era baja (66.83%). Se obtuvo esta respuesta positiva porque aparte de ser una inspección cualitativa, las edificaciones eran en su totalidad de baja altura, sin masas en los entrepisos que la aceleren.

1.1.2. Meléndez, H. & Santisteban, E (2014). En su tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL SAN IGNACIO Y SU REHABILITACIÓN BASADOS EN CURVAS DE FRAGILIDAD” determinaron el grado de vulnerabilidad sísmica del hospital San Ignacio usando como método de análisis a las curvas de fragilidad.

Concluyeron lo siguiente: *“Para el módulo A, posteriores al proceso de calibración, se encontró que la probabilidad de daño extenso en este módulo es del orden del 97 %, lo que indica que ante un evento sísmico con una aceleración pico del terreno (PGA) de 0,54g la estructura sufrirá daños graves alcanzando derivas del orden del 2 % al 3%. Para el módulo B, posteriores al proceso de calibración de la estructura, se encontró que la probabilidad de que este módulo sufra un daño leve es del 100 %, daño moderado del 80%, daño extenso del 35% y daño completo del 12 % ante un evento sísmico de un PGA de 0,54 g.”*

1.2. Antecedentes nacionales

1.2.1. Quiroz E. (2017). En su tesis para la obtención del grado de maestro por parte de la Pontificia Universidad Católica del Perú, calcula el grado de vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica (Modulo 780 Pre NDSR) mediante modelos no lineales

Se calcula primeramente la respuesta de la estructura, cálculo del daño y finalmente el cálculo de la vulnerabilidad sísmica. Una de las conclusiones principales brindadas por el autor es la siguiente: *“En el módulo de dos pisos para un desplazamiento en el techo de 34.65mm y una distorsión de 0.56% la estructura es inestable cercano al colapso y el porcentaje de daño supera el 74.49%. En el módulo de tres pisos para un desplazamiento en el techo de 50.85mm y una distorsión de 0.55% la estructura es inestable cercano al colapso y el porcentaje de daño supera el 79.25%”*.

1.2.2. Chávez, J. & Lingán, W. (2019). En su tesis de titulación, realizaron el estudio pertinente para determinar la vulnerabilidad sísmica estructural de los edificios principales de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas y la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional de Trujillo mediante curvas de fragilidad.

Su conclusión principal fue que el edificio de la Escuela de Ingeniería Mecánica no es vulnerable frente a un evento sísmico de magnitud de 7.7, porque cumplen con los controles máximos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Por su parte, el edificio de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas cumple con el límite de control a lo largo del eje X, pero no a lo largo del eje Y.

1.2.3. Burga, Y. & Rivera, W. (2021). En la tesis que desarrollaron para su titulación realizaron el estudio para determinar la vulnerabilidad sísmica usando curvas de fragilidad en el Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo.

Su principal conclusión es que *“los pabellones del instituto Indoamérica tendrían un inadecuado comportamiento sísmico en sus direcciones con pórticos de concreto armado con sistema resistente a cargas laterales”*

1.3. Antecedentes locales

1.3.1. Díaz, A. (2015). En su investigación determino la vulnerabilidad sísmica de la Casona Espinach – Ex palacio Municipal de la ciudad de Cajamarca. Como conclusión principal se puede decir que la casona en estudio presentaría daños irreparables debido a su antigüedad, densidad de muros inadecuada y falta de refuerzo en la estructura.

1.3.2. Cholán, T. (2018). En la investigación realizada busca obtener la vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca

y determina que la vulnerabilidad sísmica del sector B es media y que la vulnerabilidad sísmica del sector D es alta.

1.3.3. Mosqueira, M. (2012). En su investigación doctoral encontró el riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca tomando información que permitió construir modelos para evaluar el comportamiento estructural de las edificaciones y que arrojaron datos de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico para los pabellones de nuestra facultad.

Como conclusiones principales podríamos decir que los desplazamientos laterales que ocurrirían en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería, a raíz de un sismo severo excederían a las juntas sísmicas existentes; las vigas y columnas de las mismas pueden ser llevadas al colapso a causa de cargas sísmicas conllevando a grandes daños frente a un sismo severo, debido a que las edificaciones de la Facultad de Ingeniería presentan un sistema estructural propio de una institución educativa tradicional.

2. BASES TEÓRICAS

2.1. Sismicidad

2.1.1. Sismicidad en el Perú

La sismicidad en el territorio peruano es producto del proceso de subducción de placas (específicamente de las placas Sudamérica y Nazca) y a la dinámica de cada una de las unidades tectónicas presentes en el interior del continente. Podemos considerar un factor importante también los reajustes producidos en la corteza producto de la morfología del territorio (Tavera et al., 2014).

“La deformación cortical es considerada como la segunda fuente sismogénica al dar origen a sismos sobre los bordes de la Cordillera Andina (círculos rojos) y zona subandina, para luego desaparecer completamente sobre la Llanura Amazónica.” (Tavera et al., 2014, p.11).

A continuación, presentamos el gráfico de los sismos ocurridos en nuestro territorio al año 2019; seguidamente el mapa de zonificación sísmica brindado por la Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”

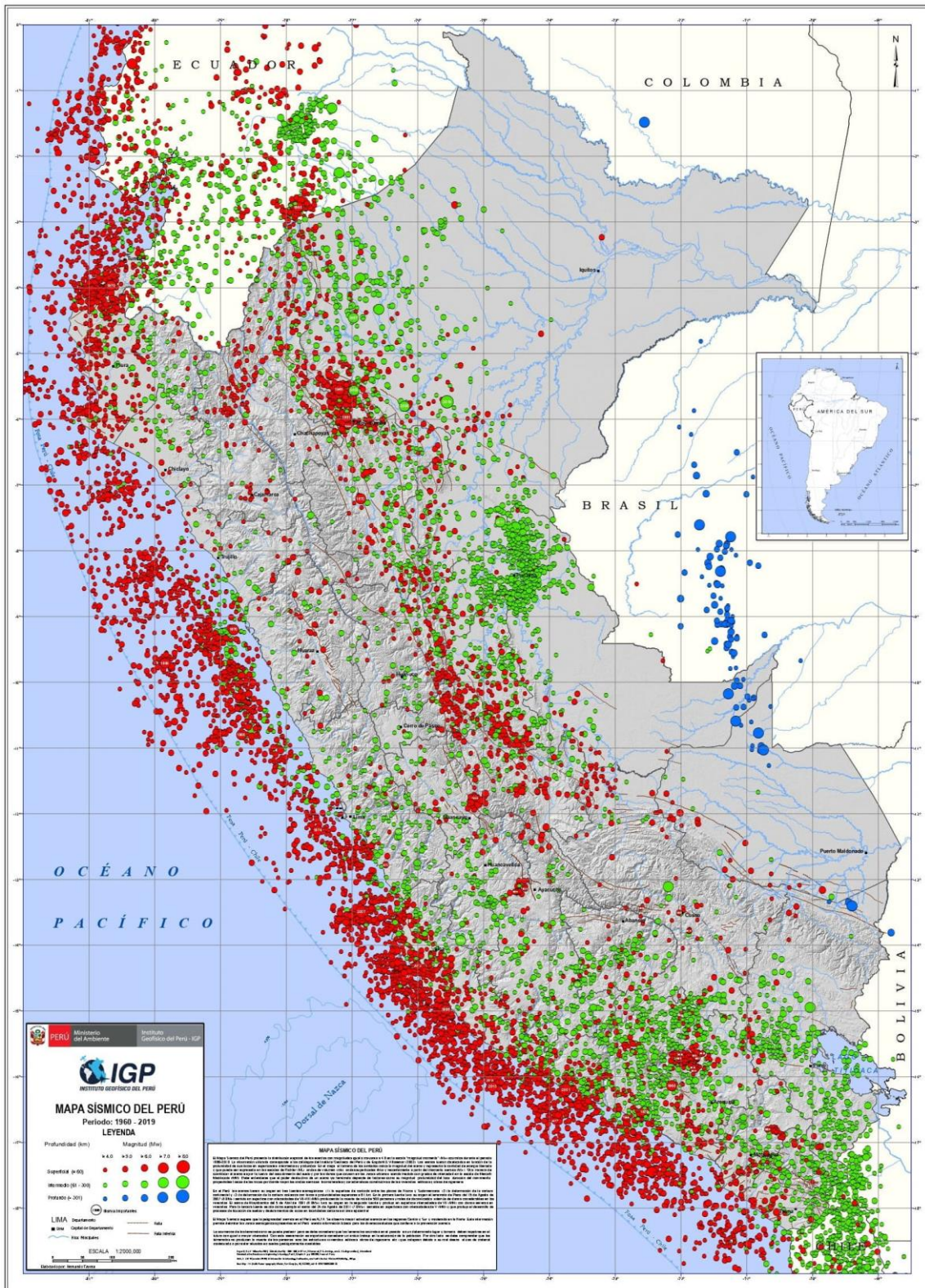


Figura 1: Mapa sísmico del Perú (Fuente: Instituto Geofísico del Perú)



Figura 2: Zonas sísmicas (Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones)

2.1.2. Sísmicidad en Cajamarca

En la ciudad de Cajamarca en las últimas décadas no han ocurrido sismos de gran intensidad como se observa en la figura adjunta, sin embargo, debido a su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica, existe una gran probabilidad de ocurrencia de sismos, cuyos efectos se amplificarían por las características de sus suelos, es por esto que se la considera zona de silencio sísmico. (Mosqueira 2012, como se citó en Gonzales).

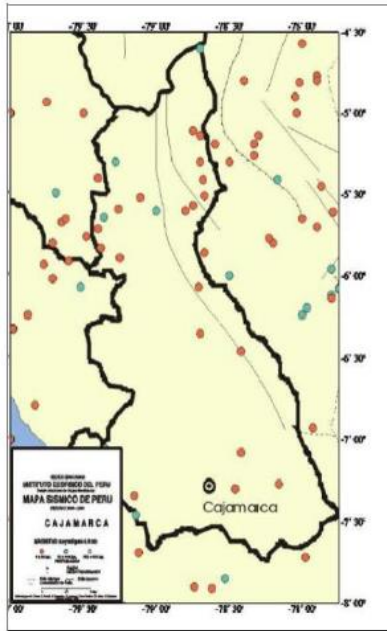


Figura 3: Mapa sísmico de Cajamarca (Fuente: Instituto geofísico del Perú)

Según el mapa de la zonificación sísmica de la Norma E0.30 podemos ubicar a Cajamarca en la zona III. Además, contamos con los mapas de peligros elaborados por INDECI, que nos permite distinguir 4 zonas sísmicas en función de variables como: aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de ocurrencia; estas variables identificadas arrojan como resultado las variaciones de intensidades sísmicas dentro de la ciudad de Cajamarca (INDECI – PNUD 2005)

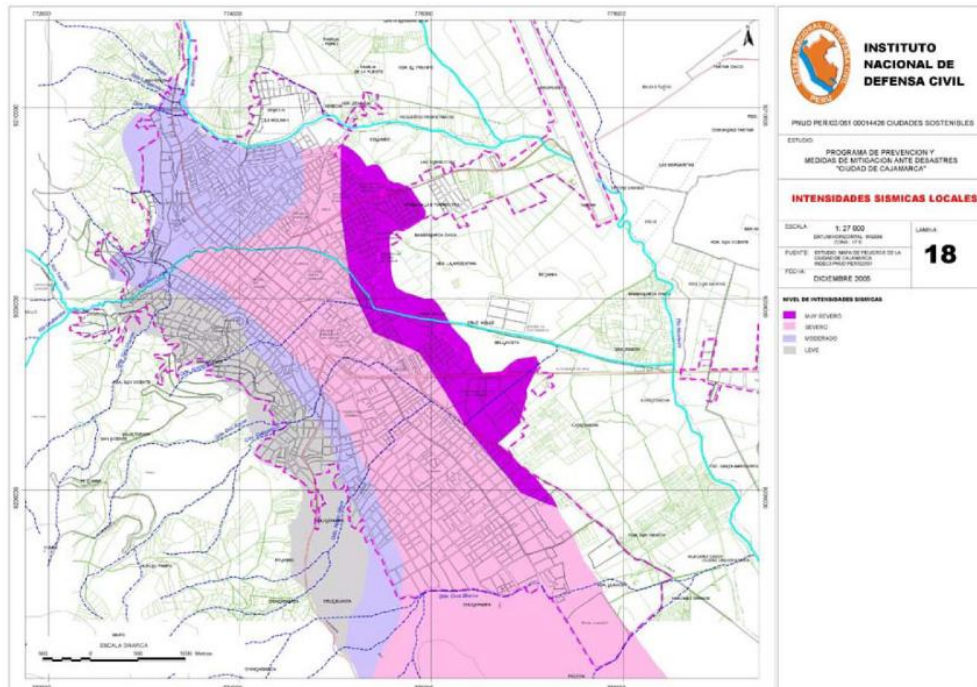


Figura 4: Intensidades sísmicas locales (Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil)

1.1.2.1.1. Nivel Severo: En esta zona existe suelos lagunares, que contienen arcillas plásticas y limosas, contenidos de humedad relativamente altos, ya que tienen un nivel freático alto. Son en su mayoría suelos expansibles en grandes proporciones, con altas aceleraciones sísmicas. (INDECI – PNUD 2005).

Este nivel de peligro se ubica al Este de la ciudad, comprometiendo los AA.HH. José Gálvez, FONAVI II, Horacio Zevallos, Hoyos Rubio, San Luís, La Argentina, El Tallo, Villa Universitaria, Alan Perú. Además, se encuentra comprometida parte de los AA.HH. Santa Elena El Junco, La Alameda, 22 de octubre, Mollepampa, San Martín y la ciudad Universitaria. (INDECI – PNUD 2005).

Dentro de esta clasificación se encuentra la Fundación por los Niños del Perú, el Hospital de Apoyo ESSALUD N° 2, la Universidad Nacional de Cajamarca, Gobierno Regional de Cajamarca, el PRONAA y parte del asilo de Ancianos (INDECI – PNUD 2005).

1.1.2.1.2. Nivel Moderado: Esta zona presenta suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos, ante la presencia de un sismo de gran magnitud. (INDECI – PNUD 2005).

Dentro de esta clasificación se encuentra gran porcentaje de la ciudad, comprometiendo los AA.HH. 22 de Octubre, María Parado de Bellido, San José, San Pedro, La Merced, Santa Apolonia, San Sebastián, La Colmena, Dos de Mayo, Pueblo Nuevo, Amauta, San Antonio, Acomarca, Ramón Castilla, Cajamarca, Pueblo Libre, José Olaya, Magna Vallejo, Santa Elena El Junco, Pilar Nores de García, Víctor Raúl Haya de la Torre, La Florida, Miraflores, Aranjuez, San Martín de Porres, Mollepampa, zona de expansión Urbana y el Condominio Los Eucaliptos.

Dentro de este nivel de peligro se concentra la mayor cantidad de las actividades cívico administrativas y de servicios,

entre las que se encuentran la Municipalidad Provincial, Hospital Regional, Hospital ESSALUD N° 1, el reservorio Lucmacucho Alto, el asilo de ancianos, Mercado Central, Mercado San Sebastián, la Catedral, Iglesias San Francisco, La Recoleta, Complejo Belén, Cementerio General, los estadios Municipal y Héroes de San Ramón, la Cia. De bomberos N° 59 y los centros educativos Divino Maestro, Juan XXIII y Santa Teresita (INDECI – PNUD 2005).

2.1.2.1. Nivel Menor: Suelo compuesto mayormente por depósitos de roca, con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media. Este nivel de peligro se presenta en la zona Norte, Noroeste y Suroeste de la ciudad (INDECI – PNUD 2005).

2.1.2.1.1. Norte de la ciudad: compromete los AA.HH. Samana Cruz, Chontapaccha, San José, Moyopata, Moyopata Chica, Santa Rosa, Las Orquídeas, Los Jardines, Alan Perú, José Sabogal, Las Margaritas, Cahuide, Tupac Amaru, José Carlos Mariátegui, El Imperio, La Perlita, El Bosque, Acomarca y parte del AH. 22 de octubre (INDECI – PNUD 2005).

2.1.2.1.2. Noroeste y Suroeste de la ciudad: Dentro de este nivel se encuentra una franja de la ciudad comprendida entre la zona de Peligro Moderado y Peligro Leve, está delimitada por una poligonal que conforman las calles Huánuco, Desamparados, Prolongación Huánuco, Garcilaso de la Vega, Alfonso Ugarte, Tupac Amaru Jr. Sullana, Av. Perú y José Olaya, para luego continuar siguiendo el eje de la prolongación Alfonso Ugarte con dirección Suroeste hacia el sector La Tulpuna. (INDECI – PNUD 2005).

En su recorrido compromete parte de los AA.HH. San Pedro, Cumbemayo, Santa Apolonia, San Sebastián, Nueve de Octubre, Santa Elena y Tulpuna (INDECI – PNUD 2005).

1.1.2.1.3. Nivel Leve: Esta zona presenta un suelo compuesto predominante por materiales de origen volcánico, con depósitos de roca y gravas muy densas, presenta bajas aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante; se localiza al Oeste de la

ciudad, sobre las laderas de los cerros que bordean la misma. (INDECI – PNUD 2005).

Dentro de esta calificación se encuentran los AA.HH. Urubamba, San Vicente, Cumbe Mayo, Delta, La Esperanza Alta, Pachacútec, El Estanco, Vista Bella, Bellavista, Santa Elena, Calispuquio y parte de la zona de la Tulpuna. Compromete la Planta de Tratamiento Santa Apolonia, los reservorios Santa Apolonia y La Esperanza, los Centros de Salud, Pachacútec y La Tulpuna, la posta de salud del Barrio San Vicente, el CE. Corazón de María y el CEI. Miguel de Cervantes (INDECI – PNUD 2005).

2.2. Vulnerabilidad Sísmica

Definimos a la vulnerabilidad sísmica como la tendencia inherente de una estructura a sufrir daño debido a la acción de un movimiento telúrico. La vulnerabilidad sísmica depende directamente de la configuración estructural y propiedades físicas y mecánicas de la estructura que se vea afectada por el sismo (Barbat, 1998, como se citó en Bonnet, 2003).

2.3. Necesidad de evaluación de la edificación

Necesitamos obtener posibles valores aceptables del riesgo sísmico, para eso es necesario evaluar la vulnerabilidad sísmica de los elementos expuestos. Esta condición es propia de cada edificación y su evaluación es un proceso complejo y laborioso. Safina (2002) nos dice que: Para el caso de edificaciones esenciales, las características de su ocupación, la especial importancia que tienen para afrontar situaciones de emergencia debido a sismos, el carácter vital y estratégico de la preservación de su funcionalidad, los elevados costos de reposición de daños y sobre todo para edificaciones de la salud, las características de su equipamiento, la alta dependencia de los servicios, las características de materiales y suministros utilizados, así como la complejidad de sus instalaciones, hacen que dichas instalaciones sean especialmente vulnerables ante la acción de un sismo. (p.39)

La definición de vulnerabilidad sísmica contiene implícitos términos genéricos como son la afectación y el daño, es necesario acotarlos con el fin de garantizar una clara interpretación.

La afectación, es el nivel de perturbación funcional que puede sufrir una instalación, está directamente relacionada con la llamada vulnerabilidad

funcional. El daño, se refiere al deterioro físico que pueden sufrir los diversos elementos de una edificación. (Yépez, 1996)

A nivel del deterioro que pueden sufrir estos elementos se conoce como grado de daño y generalmente se expresa en una escala que va desde 0 (sin daño), hasta 1 (pérdida total). (Yépez, 1996)

El daño sísmico puede ser de dos tipos; el daño estructural y el daño no estructural, dependiendo si el elemento en cuestión forma parte o no del sistema resistente de la edificación. Cada tipo de daño se asocia con la vulnerabilidad estructural y vulnerabilidad no estructural respectivamente. A estas dos clases de vulnerabilidad podríamos añadir a la vulnerabilidad funcional, y las tres en conjunto son determinantes para la evaluación del riesgo sísmico de una determinada edificación. (Safina, 2002)

2.4. Tipos de vulnerabilidad sísmica

2.4.1. Vulnerabilidad funcional

La vulnerabilidad funcional describe la predisposición de la instalación de ver perturbado su funcionamiento, a causa del incremento de la demanda de sus servicios. Existen factores que pueden contribuir a incrementar el nivel de perturbación funcional, aumentando así la vulnerabilidad funcional de estas instalaciones (Edificaciones esenciales) (OPS, 1993), algunos de los que podemos mencionar son los siguientes:

- Distribución inadecuada de áreas de servicio.
- Cuando no se cuenta con algún plan de emergencia determinado que nos permita actuar ante alguna situación crítica.
- Inadecuada distribución de los espacios arquitectónicos, ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape.
- Inadecuada señalización, viabilidad de acceso e inapropiados sistemas de comunicación.

2.4.2. Vulnerabilidad no estructural

Comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que NO forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación. La vulnerabilidad no estructural se centra en estudiar la pérdida del funcionamiento de una determinada edificación a

raíz de elementos ajenos a la parte estructural de una edificación. (Cardona, 1999).

El equipamiento y contenido, el impacto del fallo de los servicios sobre la funcionalidad, es determinante. Por lo tanto, la preservación durante un sismo de los componentes no estructurales en las edificaciones esenciales es un aspecto vital, ya que ellos se relacionan directamente con el propósito y función de la instalación, definiendo de alguna manera su razón de ser. (OPS, 1993).

La importancia de los elementos no estructurales se ha visto disminuida, pero deben ser consideradas tanto como los elementos estructurales.

2.4.3. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad de los elementos o componentes estructurales de sufrir daño debido a un sismo. Este daño no solo puede deberse a la mala configuración y distribución de los elementos estructurales, sino también puede atribuírsele a la tenacidad, ductilidad y redundancia de los mismos. (Cardona, 1999).

El nivel de daño estructural que sufrirá una edificación depende tanto del comportamiento global como local de la estructura. Como factores importantes podemos citar la calidad de los materiales empleados, las características de los elementos estructurales, su configuración, esquema resistente y obviamente, con las cargas actuantes. Este tipo de daño puede describirse de manera cualitativa o cuantitativa y es quizá el tipo de vulnerabilidad que puede comprometer de una manera mucho más directa a la estabilidad de un determinado sistema estructural, en este caso una edificación esencial. (Safina, 2002).

2.5. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica

2.5.1. Métodos empíricos

Están basados en la experiencia sobre el comportamiento de tipos de edificaciones durante sismo y la caracterización de deficiencias sísmicas potenciales. Se usan cuando se dispone de limitada información, cuando se admite un resultado menos ambicioso y/o para evaluaciones preliminares (Mena, 2002).

2.5.2. Métodos analíticos

Estos métodos pueden usarse en ocasiones en donde no se tiene suficientes observaciones de daños ocasionados por sismos, ni tampoco ensayos de laboratorio. Para la obtención de las curvas se utilizan análisis y métodos numéricos que permitan estimar los datos requeridos y son muy útiles cuando se quiere evaluar la vulnerabilidad de una estructura en particular (Edificaciones Esenciales) (Bonnet, 2003).

2.5.3. Métodos experimentales

Evalúan y generan las curvas de fragilidad a partir de observaciones de daño que se obtienen gracias a ensayos de laboratorio, algunos de estos ensayos pueden ser muy costosos y depende mucho del número de pruebas que se realicen. Se pueden usar dos tipos de ensayos: Ensayos de carga monotónicamente creciente mediante actuadores de carga o desplazamientos y ensayos sobre mesa vibradora, que simulan un movimiento telúrico a partir de un registro de aceleración previamente tratado y calibrado (Bonnet, 2003).

2.6. Edificaciones esenciales

Según la norma E.030 Diseño Sismorresistente categorizaremos a las edificaciones de la siguiente manera:

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
Categoría	Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla 1: Categoría de las Edificaciones y factor U (Fuente: NTP 0.30 Diseño Sismorresistente)

2.7. Curvas de fragilidad

Las curvas de fragilidad son herramientas que nos permiten representar el funcionamiento de una estructura, ya que según Bonnet (2003): “representan la probabilidad de que la respuesta de una estructura exceda un determinado estado límite, en función de un parámetro que define la intensidad de movimiento del suelo”

Para modelar estas curvas necesitamos comprender en demasía los mecanismos de respuesta que una estructura tiene frente a movimientos que pueden variar de una intensidad frecuente baja hasta una intensidad inusualmente alta (Bonett, 2003).

Se necesita también una variable que caracterice a la acción sísmica, como ejemplo de estas podemos citar a la aceleración máxima del terreno (PGA), velocidad pico del terreno (PGV), desplazamiento espectral (Sd) y aceleración espectral (Sa) (Moreno, 2006).

Para esta investigación utilizaremos la aceleración máxima del terreno como parámetro representativo de la acción sísmica.

Según Bonett existen cuatro métodos para la generación de las curvas de fragilidad:

- Métodos basados en observaciones de campo
- Métodos experimentales
- Métodos basados en la opinión de expertos
- Métodos analíticos

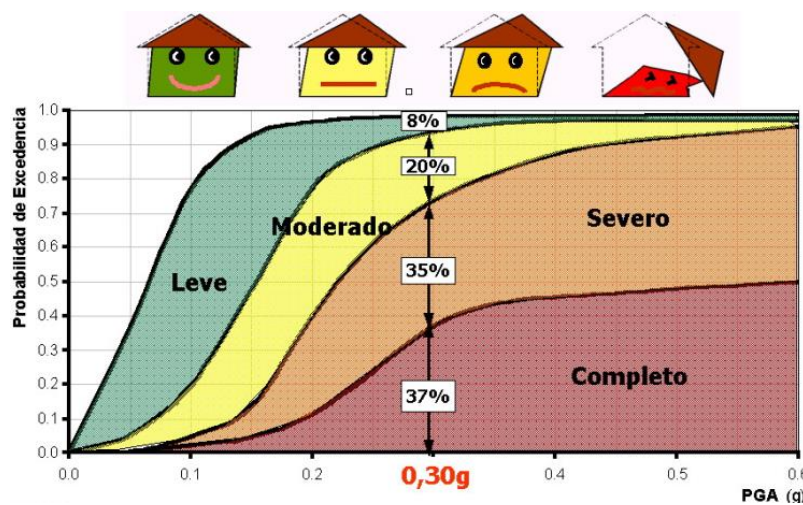


Figura 5: Definición de curvas de fragilidad (Fuente: Velásquez, 2006)

2.7.1. Modelo para generar curvas de fragilidad

Los métodos mencionados en el apartado anterior ajustan sus datos a una función de distribución acumulada log-normal (CDF), que es el método más común para ajustar una curva de fragilidad (Porter, 2015), la forma (expuesta por el mismo autor) se presenta a continuación:

$$F_d(x) = P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]; d \in \{1; 2; \dots; n_D\}$$

$$F_d(x) = \Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$$

Donde:

- $P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]$: Probabilidad de que D sea mayor o igual que $\frac{d}{X}$.
- D : Estado de daño incierto de un componente particular. El dominio para este valor es $\{0; 1; \dots; n_D\}$, donde $D = 0$ denota estado sin daño, $D = 1$ denota el primer estado de daño, y así sucesivamente.
- d : Un valor particular de D , sin incertidumbre.
- n_D : Número de posibles estados de daño; $n_D \in \{1; 2; 3; \dots\}$.
- X : Intensidad de excitación incierta.
- x : Un valor particular de X , sin incertidumbre.
- $F_d(x)$: Función de fragilidad para el estado de daño d , evaluada en x .
- $\Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$: Función normal de distribución acumulada estándar (En ocasiones llamada Gaussiana) evaluada en $\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d}$.
- $\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)$: Logaritmo natural de $\frac{x}{\theta_d}$.
- θ_d : Mediana de la capacidad del edificio para resistir el daño d , en las mismas unidades que X .
- β_d : Desviación estándar del logaritmo natural de la capacidad del edificio para resistir un estado de daño determinado.

2.7.2. Modelos analíticos para curvas de fragilidad

Los modelos analíticos para curvas de fragilidad tienen dos casos muy marcados para su utilización: cuando no se tienen suficientes resultados provenientes de ensayos de laboratorio y cuando no se cuentan con observaciones debido a sismos. (Bonett, 2003)

Estos dos puntos hacen que se usen métodos analíticos cuando queremos encontrar la vulnerabilidad de alguna estructura en especial (Estructuras Esenciales), constituyen una importante herramienta para la prevención y atención de desastres. (Bonett, 2003).

Tenemos dos tipos de métodos:

2.7.2.1. Métodos probabilísticos: Son importantes para brindar una perspectiva del comportamiento que tendrá una estructura frente a un sismo que pueda ocurrir (Ellingwood, como se citó Bonett, 2003).

Sabiendo que en muchos casos no se cuenta con la suficiente información para evaluar la vulnerabilidad en una determinada zona, se pueden estimar ciertos parámetros que se necesiten para el cálculo de esta (acelerogramas sintéticos) (Bonett, 2003).

2.7.2.2. Métodos determinísticos: Requiere de información, registros y tiempo de investigación bastante altos. Si se quiere un estudio de vulnerabilidad detallado usando este método se requiere de una importante capacidad de tiempo computacional y herramientas de cálculo muy sofisticadas (Bonett, 2003)

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

3.1. Vulnerabilidad sísmica: La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad de los elementos o componentes estructurales de sufrir daño debido a un sismo. (Safina, 2019, p.43).

3.2. Intensidad sísmica: Medida o estimación empírica de la vibración del suelo, existen varios parámetros de intensidad sísmica que se pueden tomar para la selección de algún acelerograma para estudio (Kuroiwa 2002)

3.3. Sismo: Perturbaciones súbitas que originan vibraciones o movimientos en el suelo (se originan en la corteza y el manto)

3.4. Espectro de pseudoaceleración: Espectro que representa la aceleración espectral en una determinada dirección. Depende del factor de zona, factor de uso, gravedad, etc. (NTP 0.30 Diseño Sismorresistente)

- 3.5. Acelerograma:** Es un gráfico que muestra la variación de aceleraciones en un lugar determinado. Es obtenido gracias a los acelerógrafos (IGP 2020)
- 3.6. Colapso:** Se produce cuando una estructura ha perdido toda su rigidez y resistencia original (Muñoz, 2004)
- 3.7. Función de probabilidad:** Es una función que nos permite establecer la probabilidad de que una variable aleatoria sea exactamente igual a un determinado valor real de la misma. Se define para cada número x como $p(x) = P(X = x) = P(\text{todos } \omega \in \delta; X(\omega) = x)$. (Devore, 2018). Se utiliza la siguiente notación para las funciones de probabilidad:
- $p(0)$ = la probabilidad del valor 0 de $X = P(X = 0)$
- $p(1)$ = la probabilidad del valor 1 de $X = P(X = 1)$
- 3.8. Deriva:** Es el desplazamiento relativo de entrepiso. Se calcula dividiendo los desplazamientos laterales por la altura de entrepiso. (NTP 0.30 Diseño Sismorresistente)

CAPÍTULO III

**MATERIALES Y
MÉTODOS**

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La siguiente investigación determinará la vulnerabilidad sísmica del pabellón de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca, esta edificación se encuentra dentro del campus de dicho centro de estudios, distrito, provincia y región Cajamarca.

2. ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación toma lugar entre el último trimestre del año 2021 y el primer trimestre del año 2022, a la fecha y por juicio propio del tesista, las curvas de fragilidad obtenidas por métodos probabilísticos son ideales para el estudio de alguna edificación esencial en particular, gracias a esta investigación se podrán tomar algunas medidas en caso el grado de vulnerabilidad sea bajo, de lo contrario, reflejará el correcto accionar y proceso constructivo que se empleó para la construcción del pabellón en mención.

3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Población y muestra del estudio

- La población está constituida por todas las edificaciones existentes en la Universidad Nacional de Cajamarca.
- La muestra viene a ser el pabellón de la Facultad de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.2. Tipo, nivel, diseño y método de investigación

- **Tipo:** Entendemos que esta investigación es una investigación **NO EXPERIMENTAL**, debido a que no alteraremos en sí la estructura y la variable. Observaremos a la estructura en su ambiente natural y efectuaremos simulaciones que simplemente nos brindarán información necesaria para completar los parámetros y poder realizar el análisis sísmico respectivo del pabellón de Turismo y Hotelería.
- **Nivel:** Ubicamos a nuestra investigación dentro del **NIVEL DESCRIPTIVO**, debido a que el valor de Vulnerabilidad Sísmica para el pabellón de Turismo y Hotelería será de uso exclusivo y para el año 2022, delimitando a la variable de manera espacial y temporal. Esta variable nos permitirá describir el comportamiento de la estructura frente a un hipotético sismo.

- **Diseño:** La presente investigación es una investigación **NO EXPERIMENTAL**, ya que no manipularemos a la variable. Como queremos analizar cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica del pabellón de Turismo y Hotelería en el año 2021, entonces decimos que esta investigación presenta un diseño del tipo **TRANSECCIONAL**. Dentro de esta subclasificación, diremos que esta investigación es no experimental transeccional **DESCRIPTIVA**, debido a que interpretaremos las repercusiones que tendrá el grado de vulnerabilidad sísmica en la edificación en mención.



- **Método de investigación:** El método usado para la presente investigación es considerado como un método analítico probabilista. Este método se presenta favorable debido a que analizaremos una sola edificación y es un estudio de prevención. Gracias a esto podremos contar con una idea acertada del comportamiento que tendrá la estructura ante un evento sísmico.

3.3. Tipo de análisis

El análisis hecho en esta investigación es Cuantitativo – Cualitativo. Todos los datos que se usarán en esta tesis están documentados en los planos estructurales y especificaciones técnicas del expediente técnico y serán usados de manera concienzuda para validar o descartar nuestra hipótesis. Los resultados serán observados a cabalidad para una correcta interpretación de los mismos.

3.4. Recolección de datos

- Para la obtención de los datos necesarios en torno al pabellón de estudio se hizo uso de los planos brindados por la Oficina General de Servicios y Gestión Ambiental de la UNC, gracias a esta información se pudo modelar el pabellón para las simulaciones necesarias y estimar las propiedades de los materiales actualmente.
- Gracias a la observación in situ de la edificación pudimos comprobar la distribución que se muestra en los planos, que se usará para el modelado estructural.
- Se utilizaron acelerogramas reales cercanos a la zona para poder usarlos en la simulación, y también en base a estos crearemos acelerogramas sintéticos que también se usaran en la simulación.

3.5. Procesamiento de datos

3.5.1. Verificación de planos

Los planos obtenidos del expediente técnico original son la base para el modelamiento, gracias a ellos y a la verificación de los mismos en la zona de estudio la investigación podrá rendir sus frutos. En el caso nuestro y por ser una edificación un tanto actual, nuestros planos reflejan perfectamente la distribución que se tiene en campo. A continuación, se muestran las elevaciones de la estructura en estudio.

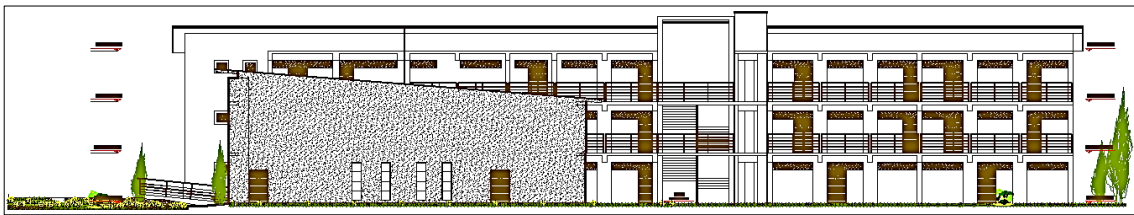


Figura 6: Vista frontal del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)



Figura 7: Vista posterior del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)

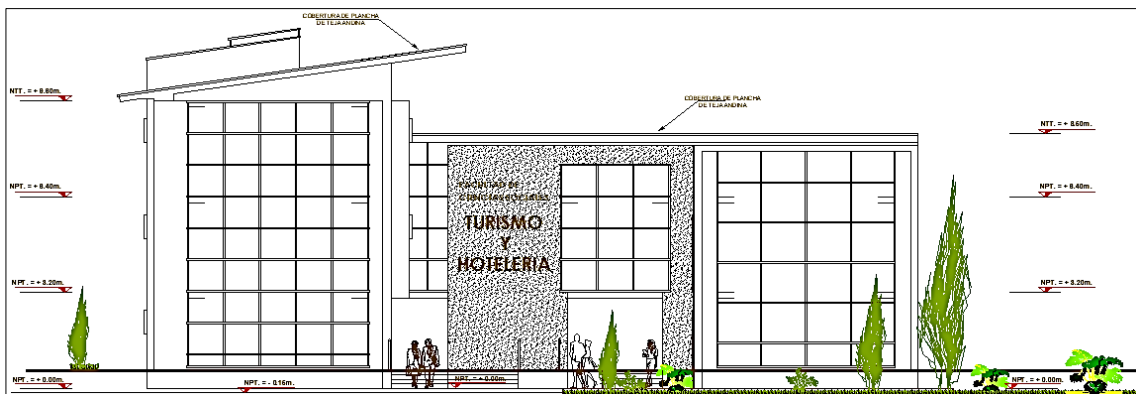


Figura 8: Vista lateral 1 del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)

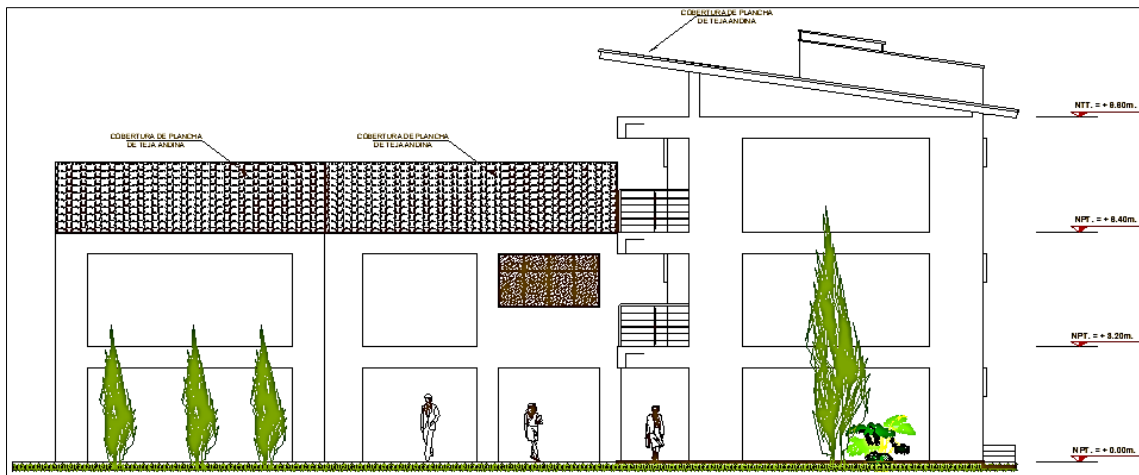


Figura 9: Vista lateral 2 del Pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Planos de elevación)

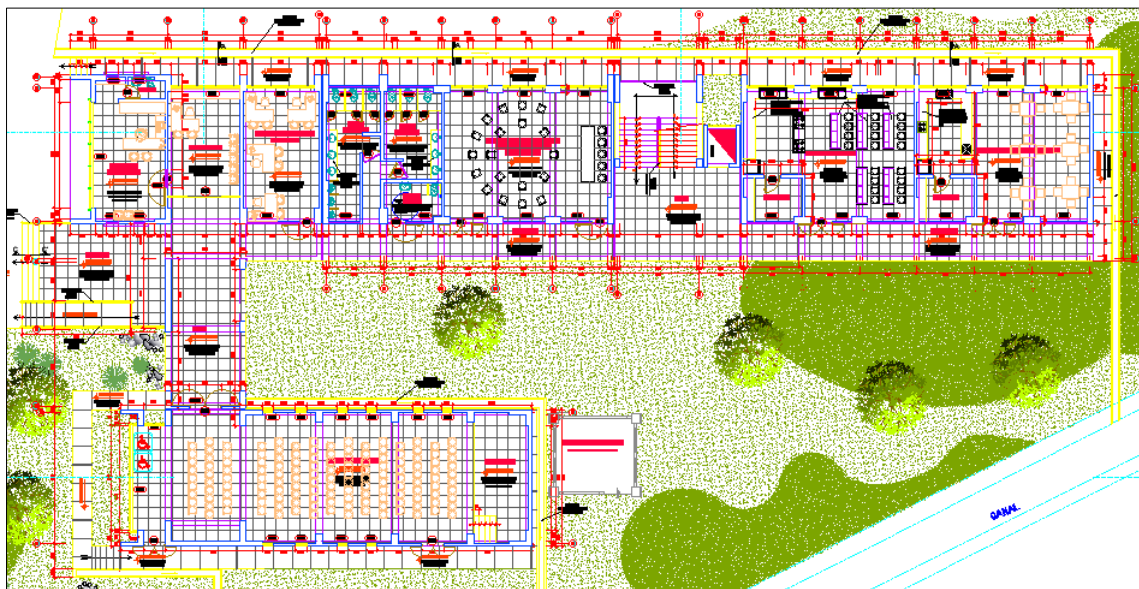


Figura 10: Distribución de la arquitectura (Piso 1) (Fuente: Planos de Arquitectura)

3.5.2. Determinación de las propiedades de los materiales

La relación que existe entre las propiedades mecánicas de los materiales que conforman a la estructura en estudio con su desempeño estructural frente a un fenómeno físico es directa desde cualquier punto de vista, por ende, debemos tener valores que se acerquen fehacientemente a los que tiene la estructura en mención. Los valores de las propiedades más importantes que se consideraron y estimaron adecuadamente son: la resistencia a compresión del concreto (f'_c) y el esfuerzo de fluencia del acero (f_y).

Hubiese sido lo más adecuado utilizar algunos ensayos no destructivos para la determinación de las propiedades que tomaremos en cuenta, pero debido a que los laboratorios de nuestra institución no están disponibles para los

estudiantes debido a la pandemia, nos ceñiremos y haremos una estimación correcta a partir de los datos obtenidos de las especificaciones técnicas y planos del pabellón de Turismo y Hotelería.

Sabemos también que para el estudio se debe tomar en cuenta la geometría de los elementos estructurales (dimensiones de vigas, columnas y placas), pero las variaciones que estas dimensiones presentan en campo y las especificadas en planos son muy pequeñas, no afectará los resultados del estudio.

3.5.3. Simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo nos permitirá generar los $F'c$ y Fy de cada uno de los modelos que utilizaremos en el desarrollo de esta investigación. A partir de un valor promedio, una varianza, y una distribución (Distribución Normal para el concreto, Distribución Lognormal para el acero) generaremos los valores que irán siendo colocados en cada uno de los modelos, obteniendo así 50 simulaciones de cada módulo del pabellón en estudio, con un $F'c$ y un Fy propios, pero que se ajustan perfectamente a las características actuales de la edificación observada.

Los parámetros que usaremos para generar las resistencias aleatorias son:

- Para el concreto: Partiremos de un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 221 kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.16. Nos ceñiremos a una distribución normal (Burga y Rivera, 2019).

ORDEN	$f'c \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$	Media $\text{(Kg/cm}^2\text{)}$	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Núm. Aleatorios
1	210	221	0.16	35.36	1250.33	⋮
2	210	221	0.16	35.36	1250.33	
3	210	221	0.16	35.36	1250.33	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

Media estimada	221	Kg/cm^2	Media obtenida	227.32	Kg/cm^2
-----------------------	-----	------------------	-----------------------	--------	------------------

Tabla 2: Matriz que genera el macro para los 50 valores aleatorios de $F'c$.

- Para el acero: Partiremos de un $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 4800 kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.06. Nos ceñiremos a una distribución lognormal (Velásquez, 2006).

ORDEN	f'c (Kg/cm ²)	Media (Kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Núm. Aleatorios
1	4200	4800	0.06	288	82944	⋮
2	4200	4800	0.06	288	82944	
3	4200	4800	0.06	288	82944	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

Media estimada	4800	Kg/cm ²	Media obtenida	4807.99	Kg/cm ²
-----------------------	------	--------------------	-----------------------	---------	--------------------

Tabla 3: Matriz que genera el macro para los 50 valores aleatorios de Fy.

3.5.4. Modelado estructural

Después de haber definido las propiedades mecánicas y observado los planos, se procedió con el modelado de la estructura, para este importante paso se utilizó el programa ETABS 19 en el cual desarrollaremos el análisis dinámico no lineal tiempo historia.

Desarrollaremos en total 150 análisis dinámicos no lineal tiempo historia, pero para ello deberemos modelar 150 módulos. El pabellón a estudiar se separó en tres módulos, tomando como punto de separación a las juntas que hay en el edificio. Módulo A, Módulo B y Módulo C. Cada modelado tendrá un F'c y un Fy tomado a partir de los números aleatorios generados por la simulación de Montecarlo. Entonces al final tendremos 50 módulos A, 50 módulos B y 50 módulos C.

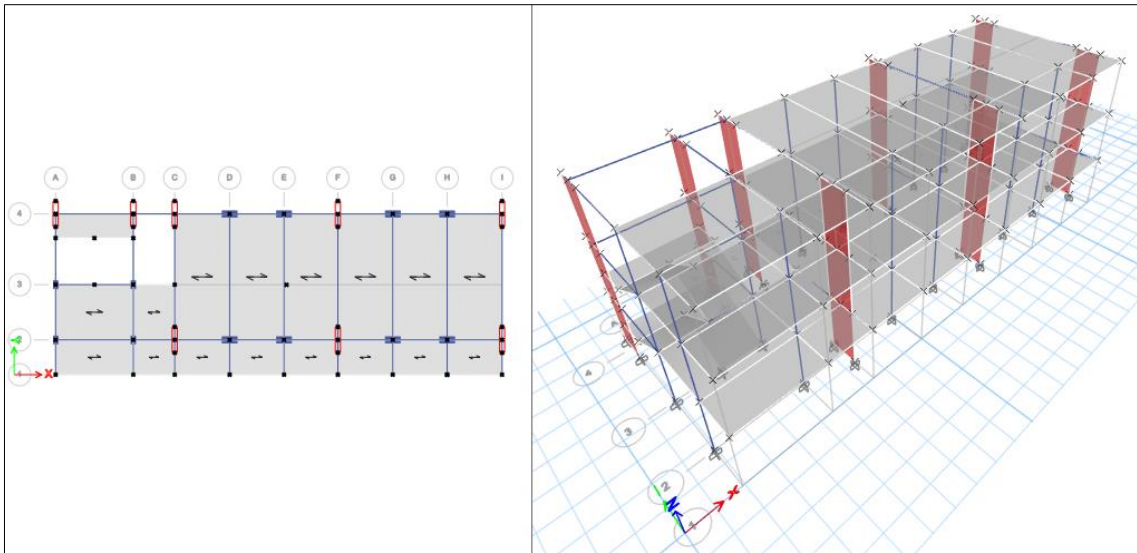


Figura 11: Modelado del Módulo A (Fuente: Elaboración propia en Etabs)

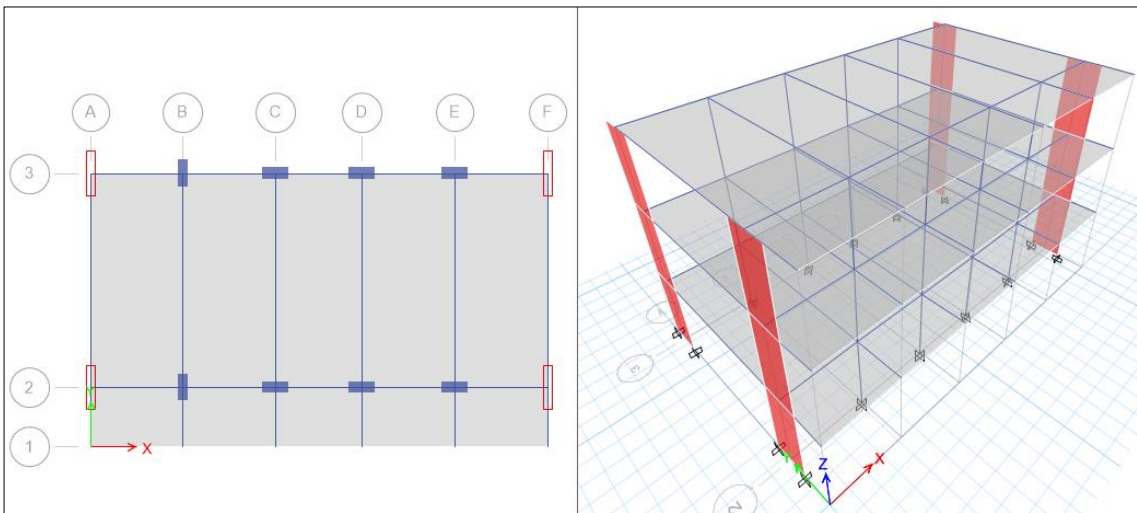


Figura 12: Modelado Módulo B (Fuente: Elaboración propia en Etabs)

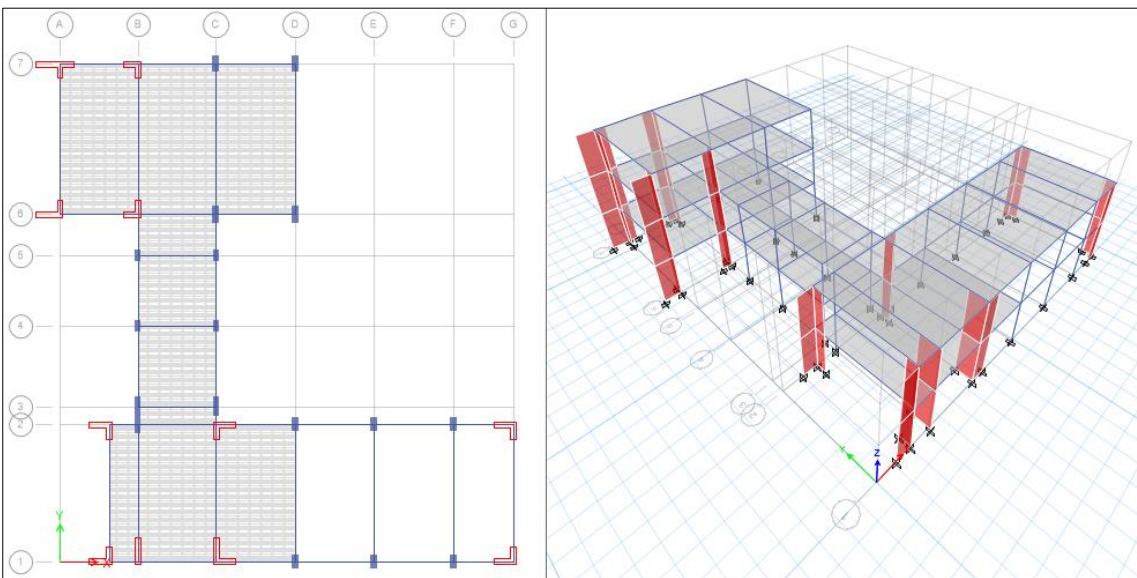


Figura 13: Modelado Módulo C (Fuente: Elaboración propia en Etabs)

3.5.5. Selección del parámetro de intensidad sísmica

Para poder escoger a nuestros acelerogramas reales, a partir de los cuales generaremos los acelerogramas sintéticos es de vital importancia escoger el parámetro de intensidad sísmica. Según Porter (2015) existen 5 parámetros de intensidad sísmica que podemos escoger:

- Aceleración pico del terreno (PGA)
- Velocidad pico del terreno (VGA)
- Desplazamiento pico del terreno (PGD)
- Aceleración espectral (S_a)
- Escala de Mercalli modificada (MMI)

Para nuestra investigación hemos tomado la PGA, esto debido a que todos los registros que se encuentran en el IGP están en base a este parámetro. Es importante saber que, gracias a la PGA, pudimos escoger a los sismos que tenían la mayor intensidad, y que con ayuda del factor de escala generarán muestras adecuadas para ser insertadas en cada modelo estructural formado.

3.5.6. Selección de acelerogramas reales

Se ha definido a los acelerogramas como:

Registros de la aceleración del terreno debida a un movimiento fuerte producido por un sismo. El registro de la aceleración se lleva a cabo mediante acelerógrafos, equipos que deben ser instalados en lugares donde se espera que ocurra un movimiento fuerte. (Acevedo, 2012, p.59)

De todos los acelerogramas de los cuales el IGP tiene registro se deben escoger los que son más próximos a la zona de estudio, y los que tengan mayor intensidad. Para brindar un poco de información extra podemos decir que el IGP presenta una red acelerométrica compuesta por más de 170 acelerómetros dispuestos por todo el territorio nacional y que casi en su totalidad se encuentran dentro de algún centro de estudios. Cada estación acelerométrica brinda datos que son recolectados cada tres meses para su análisis y procesamiento, esta información es de acceso libre para poder realizar los estudios que cualquier persona desee. Para la presente investigación se revisaron los registros del IGP desde el año 2015 hasta el año 2021, y se han escogido los siguientes acelerogramas:

ESTACIÓN	EPICENTRO	REGIÓN	FECHA	MAGNITUD (Escala de Richter)	REGISTROS DE ACCELERACIÓN (PGA – cm ²)		
					VERTICAL	NORTE-SUR	ESTE-OESTE
CHICLAYO-LAMBAYEQUE	-7.37/-77.98	Cajamarca	3/08/2020	M4.8	0.1092	0.1463	0.1365
CELENDÍN-CAJAMARCA	-5.74/-75.55	Loreto	26/05/2019	M8	16.8349	33.0757	28.2297
CHONGOYAPE-LAMBAYEQUE	-7.12/-78.56	Cajamarca	5/01/2016	M4.5	0.1451	0.2239	0.1853

Tabla 4: Acelerogramas reales escogidos (Fuente: Elaboración Propia)

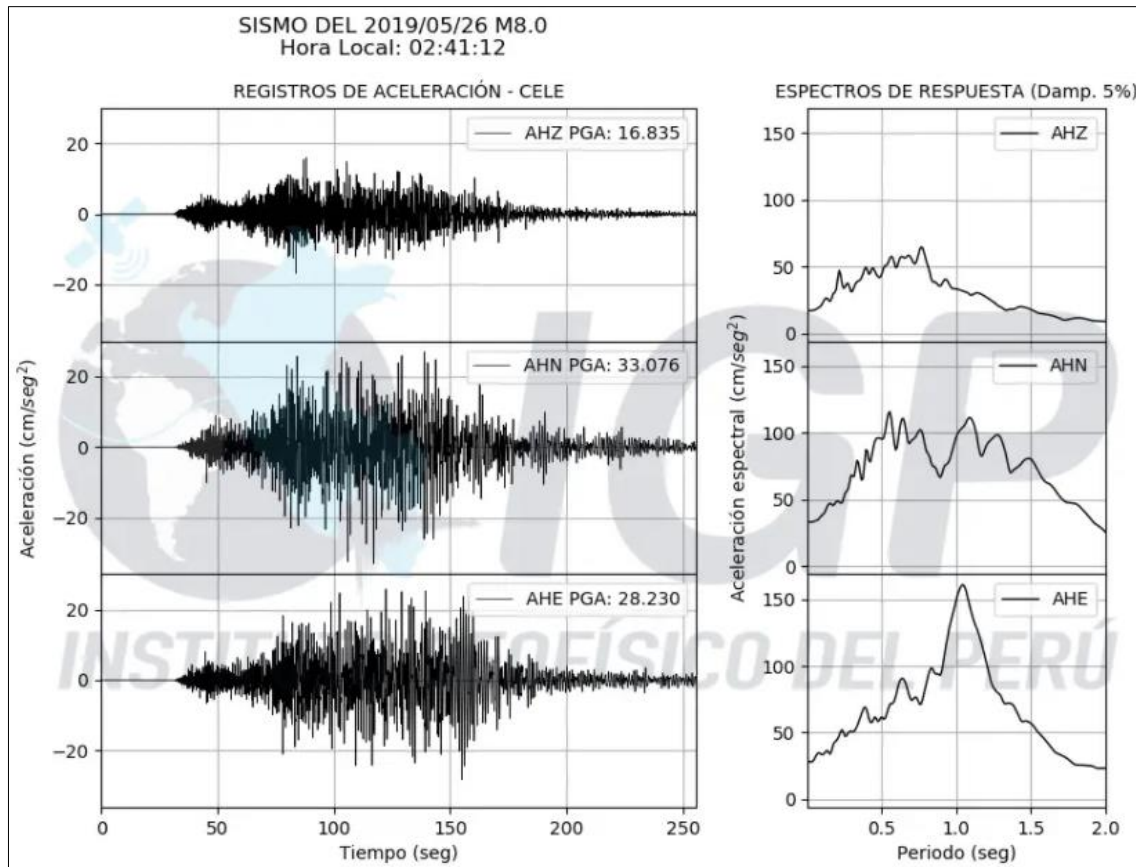


Figura 14: Acelerogramas reales 26/05/2019 (Fuente: IGP)

Antes de generar los acelerogramas sintéticos a partir de estos registros, deberemos escalarlos, debido a que, si bien son los registros con mayor PGA, el valor de las aceleraciones de cada paso es muy bajo. Multiplicaremos los datos de la aceleración de cada registro con un factor de escala que depende de la gravedad, el factor de zona, y la aceleración máxima captada en el registro.

Después de escalar cada registro, se procede a la generación de los acelerogramas sintéticos.

3.5.7. Generación y tratamiento de acelerogramas sintéticos

Para la generación de los acelerogramas sintéticos utilizaremos el programa Acelsin. Este programa es útil ya que es capaz de generar a partir de un registro acelerométrico distintas replicas fieles a las características del primero que se usará. Este programa utiliza el método propuesto por Gasparini y Vanmarcke, este método expande la aceleración $\ddot{x}(t)$ de la señal sísmica gracias a una serie de ondas sinusoidales:

$$\ddot{x}(t) = I(t) \sum_{i=1}^n A_i \cdot \text{Sen}(\omega_i \cdot t + \phi_i)$$

Los ángulos de fase, frecuencias y amplitudes que se verán inmersos en el cálculo están representados por ϕ_i ; ω_i y A_i respectivamente. $I(t)$ es una función de intensidad envolvente, determinista, predefinida y que actuará como una especie de “rango” al cual el acelerograma sintético se ajustará. Acelsin nos permite escoger entre las siguientes funciones de intensidad que cuentan con parámetros predeterminados que el investigador colocará a conveniencia propia:

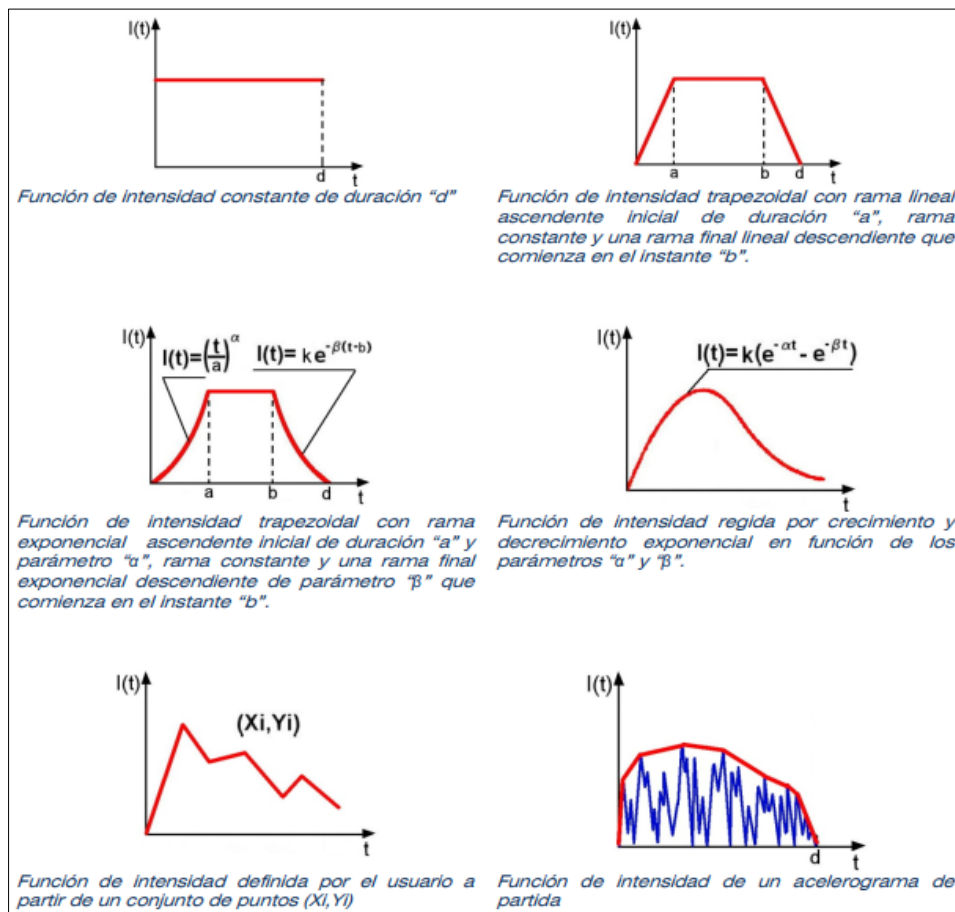


Figura 15: Funciones envolventes presentes en Acelsin (Fuente: Manual de Acelsin)

Se necesitarán n amplitudes A_i para el cálculo del acelerograma sintético. Con esto, Acelsin será capaz de plantear que el espectro de velocidades que corresponde a $\dot{x}(t)$ es $S_v \omega_i$. Estas amplitudes se expresarán en función de la densidad espectral de potencia $S_{\ddot{x}}(\omega_i)$. El cálculo de las amplitudes A_i se calcula aproximando la potencia total del proceso al área debajo de la curva $S_{\ddot{x}}(\omega_i)$ y asumiendo un número n alto, obteniendo:

$$A_i = \sqrt{2 \cdot S_{\ddot{x}}(\omega_i) \cdot \Delta\omega_i}$$

$S_{\ddot{x}}(\omega_i)$ puede expresarse como:

$$S_{\ddot{x}}(\omega_i) = \frac{1}{\omega_i \left(\frac{\pi}{4 \cdot \vartheta_{te}} \right)} \left[\frac{\omega_i^2 S_i^2(\omega_i)}{\zeta_{p,te}^2} - \int_0^{\omega_i} S_{\ddot{x}}(\omega) d\omega \right]$$

Para los distintos valores que irá tomando $S_{\ddot{x}}(\omega_i)$ se empieza con la frecuencia natural más baja ω_1 , en este valor la integral valdrá 0. En cualquier otro valor para ω_i se conoce la integral de $S_{\ddot{x}}(\omega_i)$ y así puede evaluarse $S_{\ddot{x}}(\omega_{i+1})$.

A continuación, se muestra el espectro de pseudoaceleración generado por AcelSin a partir de un acelerograma base. El acelerograma es el del sismo del 03 de agosto de 2020, que tuvo como epicentro a Cajamarca, y cuyo registro acelerométrico fue obtenido del IGP.

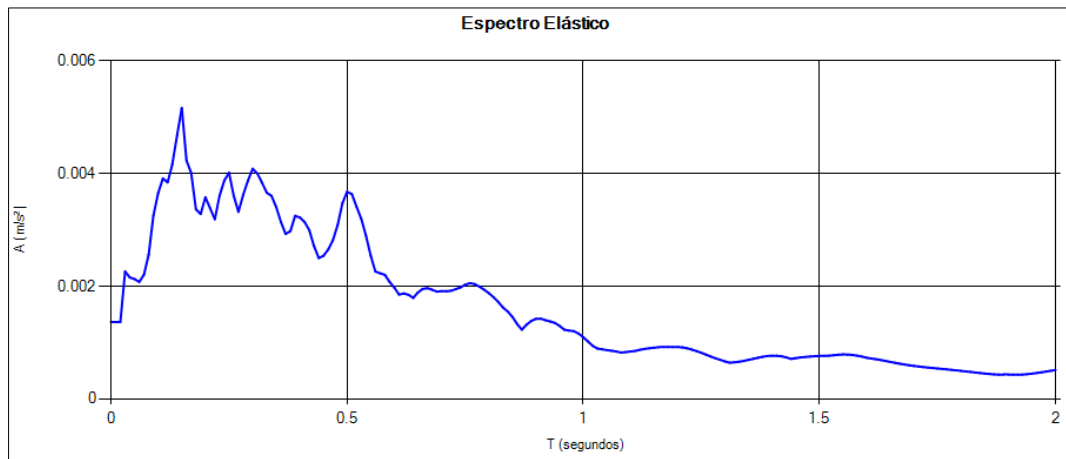


Figura 16: Espectro de pseudoaceleración de acelerograma base (Fuente: AcelSin, a partir de IGP)

Una vez que nosotros tenemos nuestro espectro definiremos la Función de Intensidad. El tipo de función de intensidad que usaremos en nuestra investigación se basará en el acelerograma base obtenido del IGP, AcelSin permite generar una función de intensidad envolvente en base al acelerograma brindado, haciendo copias con propiedades similares.

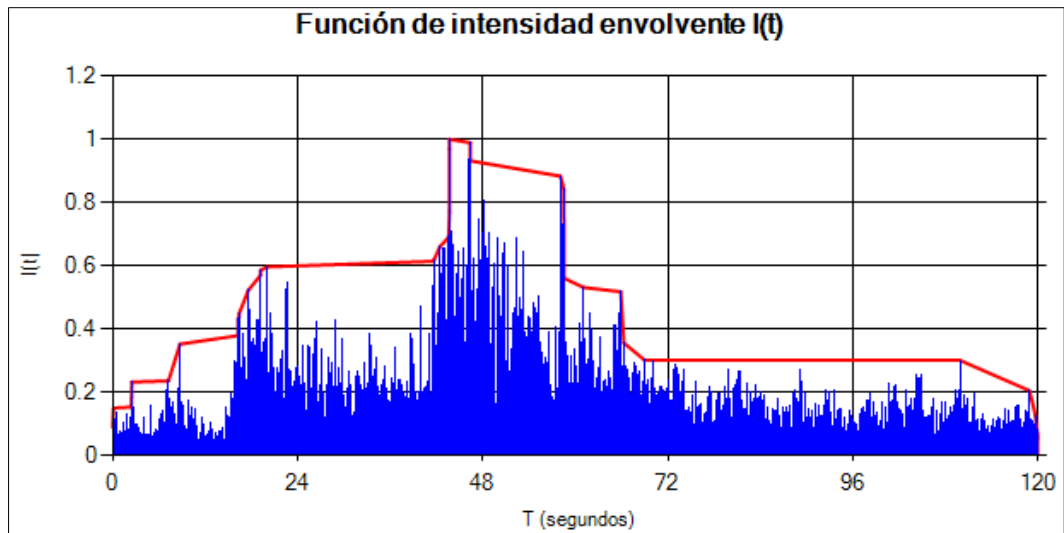


Figura 17: Función envolvente a partir de acelerograma base (Fuente: Elaboración propia en AcelSin)

Una vez que hemos definido estos dos parámetros, estamos listos para poder generar los acelerogramas sintéticos. El proceso se realizó 50 veces y se utilizaron los 3 sismos escogidos. La vista en el programa es la siguiente:

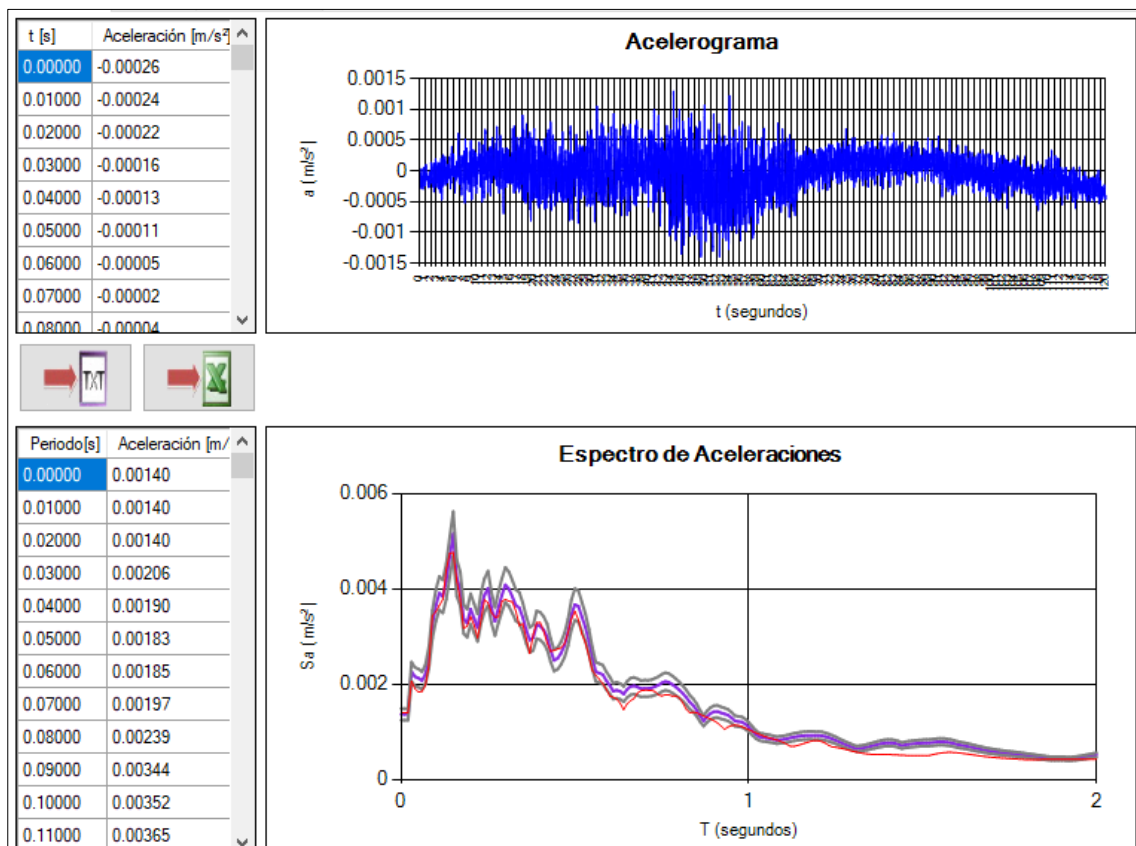


Figura 18: Acelerograma sintético formado en AcelSin (Fuente: Elaboración propia en AcelSin)

Cuando nosotros generamos los acelerogramas sintéticos, estos aún no están listos para poder ser ingresados directamente al modelo hecho en Etabs. Los pasos que debemos seguir para tener listos los registros son:

3.5.7.1. Corrección por línea base: Corregiremos cada uno de los registros por línea base usando el programa SeismoSignal 2018. Cabe resaltar que la corrección por línea base debe hacerse tanto en la dirección X, como en la dirección Y. En la figura, observe la corrección por línea base de uno de los registros. Nótese el sintético generado sin línea base (plomo), y el sintético corregido (azul)

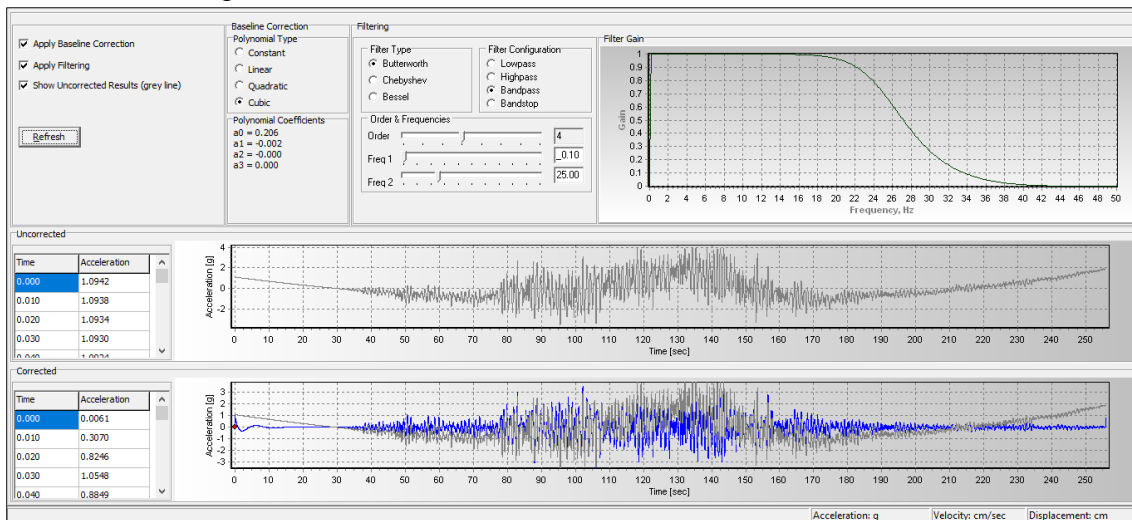


Figura 19: Corrección por línea base (Fuente: Elaboración propia en SeismoSignal)

3.5.7.2. Espectrocompatibilidad de acelerogramas sintéticos respecto al espectro de pseudoaceleración de la estructura

Como realizaremos 50 acelerogramas sintéticos para 50 modelos de la edificación, según la norma estos deben ser espectrocompatibles entre sí, Tanto la componente en X, como la componente en Y se escalarán por un mismo factor, y el rango en el cual se deben promediar los espectros va desde $0,2T$ y $1,5T$, en donde T es el periodo del primer modo de la edificación, obtenido en un análisis modal estático, hecho en primera estancia. El espectro de pseudoaceleraciones que tomaremos como base es el espectro de diseño de cada módulo, con un $R = 1$ (NTE 0.30; 2020). Para este proceso se utilizó el software SeismoMatch 2018.

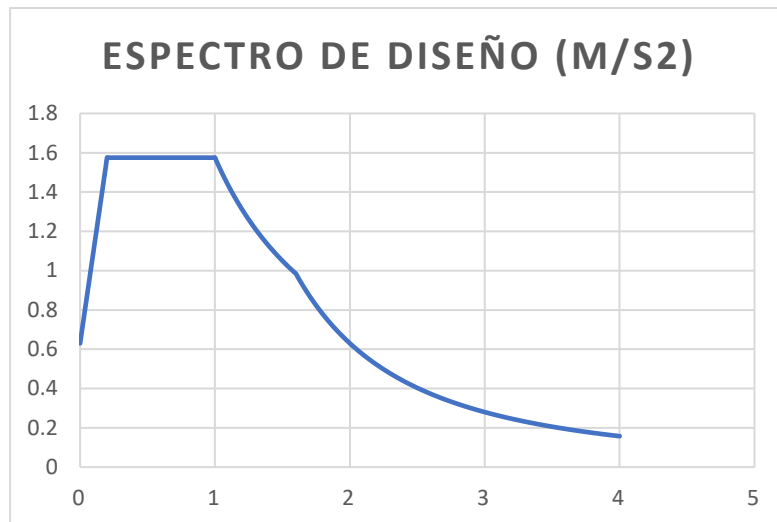


Figura 20: Espectro de diseño para Espectrocompatibilidad (Fuente: Elaboración propia)

3.5.7.3. Acortamiento de registros por el método de intensidad de Arias

Si nosotros ingresáramos los registros ya corregidos y hechos espectrocompatibles a cada uno de los modelos y empezáramos a hacer los ensayos, pues muy probablemente cada uno nos tomaría muchísimo tiempo en ser desarrollado; si somos observadores y tomamos en cuenta la forma de cada uno de los registros, observaremos que tanto al inicio como al final, tenemos aceleraciones muy bajas que pueden no tomarse en cuenta, ya que no le causarían a la estructura grandes deformaciones. Pero para recortar el registro nos quedaremos con la duración significativa con el método de intensidad de Arias. Esto se puede realizar en el programa SeismoSignal y la base teórica es la siguiente.

- La energía total que libera un movimiento sísmico se puede determinar usando:

$$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^{t_f} a^2(t) dt$$

- Gracias a esta integral podemos encontrar la intensidad acumulada usando:

$$I_{acumulada}[\%] = \frac{1}{I_A} \sum_{i=1}^n \frac{\pi}{2g} \int_0^{t_i} a^2(t_i) dt$$

- $a(t)$ y g son aceleración y gravedad respectivamente

La duración significativa de un sismo se encuentra en el intervalo de tiempo donde la intensidad acumulada se encuentre entre 5% y 95% (Carreño et al., 1999)

Así que nos quedaremos con los registros que se encuentre entre el 5% y 95% de intensidad acumulada, acortando de esta manera la duración de los sismos, y por ende la duración de cada ensayo (que, de todas maneras, seguirá tomando un tiempo considerable). Así terminamos con el tratamiento de registros sísmicos

3.5.8. Selección del parámetro índice de daño

Para la construcción de curvas de fragilidad es indispensable la selección de un parámetro que indique la intensidad sísmica. Esto nos lleva a investigar acerca de los posibles parámetros que podemos usar en nuestra tesis. De acuerdo a los datos que podemos obtener del análisis dinámico no lineal tiempo historia en la presente investigación usaremos al **Límite para la distorsión del entrepiso**, o comúnmente conocido como **Deriva máxima de entrepiso**, que nos brindará un **desplazamiento espectral** que servirá para graficar las curvas. En una edificación de concreto armado (como en el caso de esta investigación) la deriva máxima permisible es de 0.007 (NTP 0.30 Diseño Sismorresistente, 2020). Usaremos el dato del desplazamiento espectral para graficar la curva lognormal que será nuestra curva de fragilidad. Obtendremos una deriva máxima por cada simulación y por ende un desplazamiento espectral que serán distintas siempre porque las propiedades mecánicas de los materiales y el sismo variarán de una simulación a otra. Debemos entender que no siempre la deriva estará en los límites permisibles (debido a las propiedades mecánicas), pero esto nos facilitará la creación de la curva, ya que tendremos valores diferentes que darán forma a la curva gracias a su variación.

3.5.9. Definición de los estados de daño y su correlación con el índice de daño

El haber escogido a la deriva máxima de entrepiso como parámetro del índice de daño debe ajustarse a una metodología que describa estados de daño utilizando a la deriva como índice. La metodología para la

estimación del daño de la estructura que se ha tomado en cuenta es planteada por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos bajo su Dirección de Preparación y Respuestas ante emergencias, conocido como FEMA.

Lleva por nombre **HAZUS-MH MR4** y define ciertos estados de daño, que se establecen de acuerdo al índice de daño que se ha escogido (Deriva máxima de entrepiso). Antes de definir los estados de daño debemos definir los tipos de construcción. FEMA establece 16 modelos estructurales que se subdividen de acuerdo a la altura que poseen, generando 36 modelos en total. (Hazus, 1999)

W1	Madera, estructura ligera (≤ 5000 ft2)
W2	Madera, comercial e industrial (mayor a 5000 ft2)
S1	Estructuras de acero resistentes a momentos
S2	Estructuras de acero con arriostre
S3	Estructuras ligeras de acero
S4	Estructuras de acero con muros de corte de concreto moldeados in situ
S5	Estructuras de acero con muros portantes de mampostería
C1	Estructuras de concreto armado con pórticos resistentes a momentos
C2	Estructuras de concreto armado con muros de corte
C3	Estructura de concreto con muros portantes de mampostería
PC1	Muros de contención de concreto prefabricado
PC2	Estructuras de concreto prefabricado con muros de corte
RM1	Muros portantes de mampostería reforzados con diafragmas de madera o metal
RM2	Muros portantes de mampostería reforzada con diafragmas de concreto prefabricado
URM	Muros de carga de mampostería no reforzada
MH	Casas móviles

Tabla 5: Tipos de estructuras planteados por Hazus (Fuente: Hazus, 1999)

N°	Clase	Descripción	Altura			
			Rango de altura		Típico	
			Nombre	Pisos	Pisos	Altura en pies
1	W1	Madera, estructura ligera (\leq 5000 ft ²)		1 - 2	1	14
2	W2	Madera, comercial e industrial (mayor a 5000 ft ²)		Todos	2	24
3	S1L	Estructuras de acero resistentes a momentos	Bajo	1 - 3	2	24
4	S1M		Medio	4 - 7	5	60
5	S1H		Alto	8+	13	156
6	S2L	Estructuras de acero con arriostre	Bajo	1 - 3	2	24
7	S2M		Medio	4 - 7	5	60
8	S2H		Alto	8+	13	156
9	S3	Estructuras ligeras de acero	Todos	Todos	1	15
10	S4L	Estructuras de acero con muros de corte de concreto moldeados in situ	Bajo	1 - 3	2	24
11	S4M		Medio	4 - 7	5	60
12	S4H		Alto	8+	13	156
13	S5L	Estructuras de acero con muros portantes de mampostería	Bajo	1 - 3	2	24
14	S5M		Medio	4 - 7	5	60
15	S5H		Alto	8+	13	156
16	C1L	Estructuras de concreto armado con pórticos resistentes a momentos	Bajo	1 - 3	2	20
17	C1M		Medio	4 - 7	5	50
18	C1H		Alto	8+	13	120
19	C2L	Estructuras de concreto armado con muros de corte	Bajo	1 - 3	2	20
20	C2M		Medio	4 - 7	5	50
21	C2H		Alto	8+	12	120
22	C3L	Estructura de concreto con muros portantes de mampostería	Bajo	1 - 3	2	20
23	C3M		Medio	4 - 7	5	50
24	C3H		Alto	8+	12	120
25	PC1	Muros de contención de concreto prefabricado		Todos	1	15
26	PC2L	Estructuras de concreto prefabricado con muros de corte	Bajo	1 - 3	2	20
27	PC2M		Medio	4 - 7	5	50
28	PC2H		Alto	8+	12	120
29	RM1L	Muros portantes de mampostería reforzados con diafragmas de madera o metal	Bajo	1 - 3	2	20
30	RM1M		Medio	4+	5	50
31	RM2L	Muros portantes de mampostería reforzada con diafragmas de concreto prefabricado	Bajo	1 - 3	2	20
32	RM2M		Medio	4 - 7	5	50
33	RM2H		Alto	8+	12	120
34	URML		Bajo	1 - 2	1	15

35	URMM	Muros de carga de mampostería no reforzada	Medio	3+	3	35
36	MH	Casas móviles		Todos	1	10

Tabla 6: Clasificación de las estructuras en ingeniería de acuerdo a su altura (Fuente: Hazus, 1999)

El pabellón de Turismo y Hotelería se encuentra en la clasificación C1 (Estructuras de concreto armado con pórticos resistentes a momentos). La descripción dada en el manual nos dice que son estructuras en donde los pórticos son de concreto armado, tenemos una gran variedad de sistemas de pórticos. Los pórticos modernos construidos en zonas de alta sismicidad tienen un comportamiento dúctil y son capaces de tener deformaciones considerablemente altas sin la consecuencia de sufrir alguna falla frágil (Hazus, 1999). Debido a que nuestra estructura tiene una altura de 11,40 m (37.4 ft), la clasificaremos como **C1M**.

La metodología Hazus define 4 estados de daño: Leve, Moderado, Extensivo y Completo. Los indicadores de cada estado de daño se describen de acuerdo al tipo de estructura que se va a analizar, Para las estructuras que alcancen el estado de daño se incluye el agrietamiento del piso de cada nivel. La clasificación se hizo considerando el juicio de expertos y datos obtenidos de movimientos sísmicos pasados. Es muy común que aparezcan grietas en las estructuras cuando se someten a un sismo, se consideran grietas pequeñas cuando el ancho es menor a 1/8", las mayores a 1/8" se consideran como grietas grandes (Hazus, 1999). Describimos a continuación, según Hazus, las señales de los 4 estados de daño para edificaciones C1:

- **Daño leve estructural:** Grietas de cortante y de flexión en algunas vigas y columnas cerca de los puntos de intersección de estas. (Hazus, 1999).
- **Daño moderado estructural:** La mayoría de vigas y columnas presentan grietas. En pórticos dúctiles algunos de los elementos presentan desprendimiento del concreto. Pórticos que no son dúctiles pueden exhibir grandes grietas de corte y desprendimiento. (Hazus, 1999).
- **Daño extensivo estructural:** Algunos de los elementos estructurales han alcanzado su capacidad última de ductilidad debido a grandes

grietas por corte, El refuerzo se ha astillado y pandeado, los elementos no dúctiles pueden sufrir fallas por corte en el refuerzo de junta. Todo esto puede ocasionar un parcial colapso de la estructura. (Hazus, 1999)

- **Daño completo estructural:** La estructura ha colapsado o está en inminente peligro de colapso debido a las fallas en los elementos dúctiles y no dúctiles. Aproximadamente 13% (en edificaciones de baja altura), 10% (en edificaciones de media altura) o 5% (en edificaciones de gran altura) del área total se espera que colapse en una edificación C1 con daño completo. (Hazus, 1999)

Teniendo ya la clasificación de la estructura y los estados de daño definidos mostramos a continuación la tabla que nos brindará los parámetros para la curva de fragilidad, tomando en cuenta la normativa aplicada en nuestra región (Según Hazus, Moderate Code Seismic Design Level)

Propiedades de la estructura			Derivas de entrepiso en el estado del umbral de daño				Desplazamiento espectral (pulgadas)							
Tipo	Altura (pulgadas)						Leve		Moderado		Extensivo		Completo	
	Techo	Modal	Leve	Moderado	Extensivo	Completo	Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta
W1	168	126	0.0040	0.0099	0.0306	0.0750	0.50	0.84	1.25	0.86	3.86	0.89	9.45	1.04
W2	288	216	0.0040	0.0099	0.0306	0.0750	0.86	0.89	2.14	0.95	6.62	0.95	16.20	0.92
S1L	288	216	0.0060	0.0104	0.0235	0.0600	1.30	0.80	2.24	0.75	5.08	0.74	12.96	0.88
S1M	720	540	0.0040	0.0069	0.0157	0.0400	2.16	0.65	3.74	0.68	8.46	0.69	21.60	0.87
S1H	1872	1123	0.0030	0.0052	0.0118	0.0300	3.37	0.64	5.83	0.64	13.21	0.71	33.70	0.83
S2L	288	216	0.0050	0.0087	0.0233	0.0600	1.08	0.93	1.87	0.92	5.04	0.93	12.96	0.93
S2M	720	540	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400	1.80	0.70	3.12	0.69	8.40	0.69	21.60	0.89
S2H	1872	1123	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300	2.81	0.66	4.87	0.64	13.10	0.69	33.70	0.80
S3	180	135	0.004	0.007	0.0187	0.0525	0.54	0.88	0.94	0.92	2.52	0.97	7.09	0.89
S4L	288	216	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.86	0.96	1.50	1.00	4.04	1.03	11.34	0.92
S4M	720	540	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.44	0.75	2.50	0.72	6.73	0.72	18.90	0.94
S4H	1872	1123	0.0020	0.0035	0.0093	0.0262	2.25	0.66	3.90	0.67	10.50	0.70	29.48	0.90
S5L														
S5M														
S5H														
C1L	240	180	0.0050	0.0087	0.0233	0.0600	0.90	0.89	1.56	0.90	4.20	0.90	10.80	0.89
C1M	600	450	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400	1.50	0.70	2.60	0.70	7.00	0.70	18.00	0.89
C1H	1440	864	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300	2.16	0.66	3.74	0.66	10.08	0.76	25.92	0.91
C2L	240	180	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600	0.72	0.91	1.52	0.97	4.17	1.03	10.80	0.87
C2M	600	450	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400	1.20	0.81	2.53	0.77	6.95	0.73	18.00	0.91
C2H	1440	864	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300	1.73	0.66	3.64	0.68	10.00	0.70	25.92	0.87

C3L														
C3M														
C3H														
PC1	180	135	0.004	0.007	0.0187	0.0525	0.54	0.89	0.94	0.92	2.52	0.97	7.09	1.04
PC2L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.25	1.00	3.37	1.03	9.45	0.88
PC2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.82	2.08	0.79	5.61	0.75	15.75	0.93
PC2H	1440	864	0.0020	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.68	3.00	0.69	8.08	0.77	22.68	0.89
RM1L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.25	0.99	3.37	1.05	9.45	0.94
RM1M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.81	2.08	0.82	5.61	0.80	15.75	0.89
RM2L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.91	1.25	0.96	3.37	1.02	9.45	0.93
RM2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.81	2.08	0.80	5.61	0.75	15.75	0.88
RM2H	1440	864	0.0020	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.67	3.00	0.69	8.08	0.70	22.68	0.86
URML														
URMM														
MH	120	120	0.004	0.008	0.024	0.07	0.48	0.91	0.96	1	2.88	1.03	8.4	0.92

Tabla 7: Parámetros para curvas de fragilidad estructurales con un código de nivel moderado para diseño sísmico (Fuente: Hazus, 1999)

De aquí entonces tomamos a los parámetros que nos corresponden para definir nuestros estados de daño son:

Rango de la deriva máxima	Estado de daño
$0.0033 \leq D_M \leq 0.0058$	Leve
$0.0058 < D_M \leq 0.0156$	Moderado
$0.0156 < D_M \leq 0.0400$	Extensivo
$D_M > 0.0400$	Completo

Tabla 8: Estados de daño para investigación (Fuente: Elaboración propia)

3.5.10. Análisis dinámico no lineal tiempo historia

Para el análisis dinámico no lineal tiempo historia deberemos ingresar nuestros sismos sintéticos, tanto en la dirección X, como la dirección Y, en el modelo estructural hecho en Etabs, los casos de carga parten de un caso de carga de gravedad no lineal estático, y luego se procede a los casos dinámicos con los registros sintéticos generados. Cada ensayo tiene un tiempo determinado de simulación (relativamente alto). Se deben correr los 150 modelos estructurales, y de estos se rescata la deriva máxima, a veces esta se encontrará en la dirección X, otras veces en la dirección Y. También obtendremos algunos datos extra, como momentos máximos, desplazamientos, etc. que serán incluidos en el apartado de discusión de resultados.

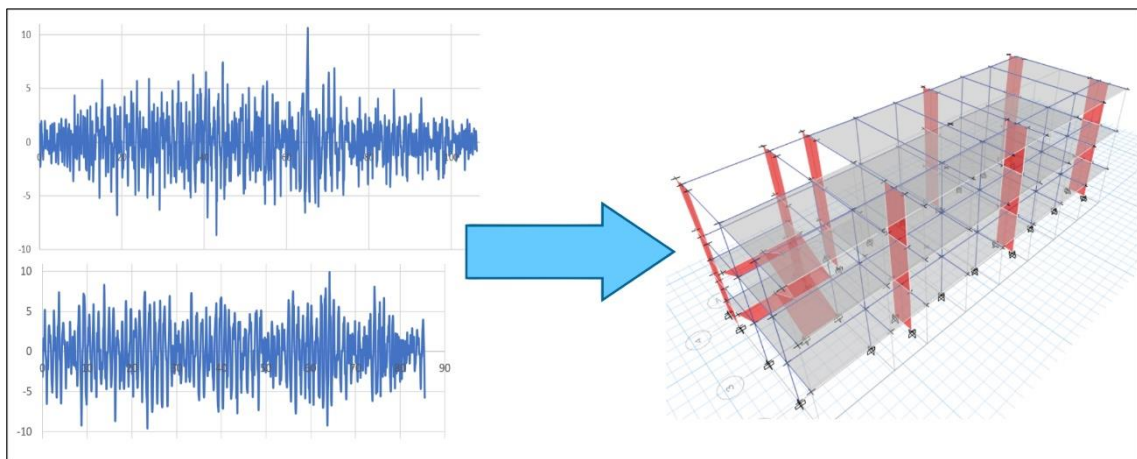


Figura 21: Diagrama de representación del ADNLTH (Fuente: Elaboración propia)

3.5.11. Vulnerabilidad Sísmica Estructural

Cuando tengamos todas las derivas las ajustaremos a una curva lognormal, pero para poder ajustarlas utilizaremos el “Desplazamiento espectral” que puede obtenerse gracias a la deriva máxima de entrepiso, de la siguiente manera:

$$\bar{S}_{d,sds} = \delta_{R,sds} \times \alpha_2 \times h$$

Donde:

- $\bar{S}_{d,sds}$: Es el valor del desplazamiento espectral, en pulgadas, de los componentes estructurales para el estado de daño que se analice en el momento.
- $\delta_{R,sds}$: Es la deriva máxima de entrepiso calculada en el análisis dinámico no lineal tiempo historia.
- α_2 : Es el factor de desplazamiento en modo pushover. Para este valor se utiliza la tabla siguiente.

- h : Altura de entrepiso

El valor para α_2 se toma de la siguiente tabla:

TIPO DE ESTRUCTURA	ALTURA DE ENTREPISO (Pies)	PERIODO, T_e (Segundos)	FACTORES MODALES		RELACIONES DE SOBREFUERZA	
			Peso, α_1	Altura, α_2	Cedente, γ	Ultima, λ
W1	14.0	0.35	0.75	0.75	1.50	3.00
W2	24.0	0.40	0.75	0.75	1.50	2.50
S1L	24.0	0.50	0.80	0.75	1.50	3.00
S1M	60.0	1.08	0.80	0.75	1.25	3.00
S1H	156.0	2.21	0.75	0.60	1.10	3.00
S2L	24.0	0.40	0.75	0.75	1.50	2.00
S2M	60.0	0.86	0.75	0.75	1.25	2.00
S2H	156.0	1.77	0.65	0.60	1.10	2.00
S3	15	0.4	0.75	0.75	1.5	2
S4L	24.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.25
S4M	60.0	0.65	0.75	0.75	1.25	2.25
S4H	156.0	1.32	0.65	0.60	1.10	2.25
S5L	24.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
S5M	60.0	0.65	0.75	0.75	1.25	2.00
S5H	156.0	1.32	0.65	0.60	1.10	2.00
C1L	20.0	0.40	0.80	0.75	1.50	3.00
C1M	50.0	0.75	0.80	0.75	1.25	3.00
C1H	120.0	1.45	0.75	0.60	1.10	3.00
C2L	20.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.50
C2M	50.0	0.56	0.75	0.75	1.25	2.50
C2H	120.0	1.09	0.65	0.60	1.10	2.50
C3L	20.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.25
C3M	50.0	0.56	0.75	0.75	1.25	2.25
C3H	120.0	1.09	0.65	0.60	1.10	2.25
PC1	15	0.35	0.5	0.75	1.5	2
PC2L	20.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
PC2M	50.0	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
PC2H	120.0	1.09	0.65	0.60	1.10	2.00
RM1L	20.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
RM1M	50.0	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
RM2L	20.0	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
RM2M	50.0	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
RM2H	120.0	1.09	0.65	0.60	1.10	2.00
URML	15.0	0.35	0.50	0.75	1.50	2.00
URMM	35.0	0.50	0.75	0.75	1.25	2.00
MH	10	0.35	1	1	1.5	2

Tabla 9: Códigos para los parámetros de capacidad de una edificación (Fuente: HAZUS, 1999)

Para cada pabellón tendremos cuatro curvas, una por cada estado de daño, que se ajustarán a los siguientes valores:

	Leve	Moderado	Extensivo	Completo
$\bar{S}_{d,sds}$	1.50	2.60	7.00	18.00
β	0.70	0.70	0.70	0.89

Tabla 10: Media y beta para los estados de daño seleccionados (Fuente: Elaboración propia)

La función de probabilidad que nos brindará cada curva de fragilidad es la siguiente:

$$F_d(x) = P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]; d \in \{1; 2; \dots; n_D\}$$

$$F_d(x) = \Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$$

Donde:

- $P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]$: Probabilidad de que D sea mayor o igual que $\frac{d}{X}$.
- D : Estado de daño incierto de un componente particular. El dominio para este valor es $\{0; 1; \dots; n_D\}$, donde $D = 0$ denota estado sin daño, $D = 1$ denota el primer estado de daño, y así sucesivamente.
- d : Un valor particular de D , sin incertidumbre.
- n_D : Número de posibles estados de daño; $n_D \in \{1; 2; 3; \dots\}$.
- X : Intensidad de excitación incierta.
- x : Un valor particular de X , sin incertidumbre.
- $F_d(x)$: Función de fragilidad para el estado de daño d , evaluada en x .
- $\Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$: Función normal de distribución acumulada estándar (En ocasiones llamada Gaussiana) evaluada en $\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d}$.
- $\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)$: Logaritmo natural de $\frac{x}{\theta_d}$.
- θ_d : Mediana de la capacidad del edificio para resistir el daño d , en las mismas unidades que X .
- β_d : Desviación estándar del logaritmo natural de la capacidad del edificio para resistir un estado de daño determinado.

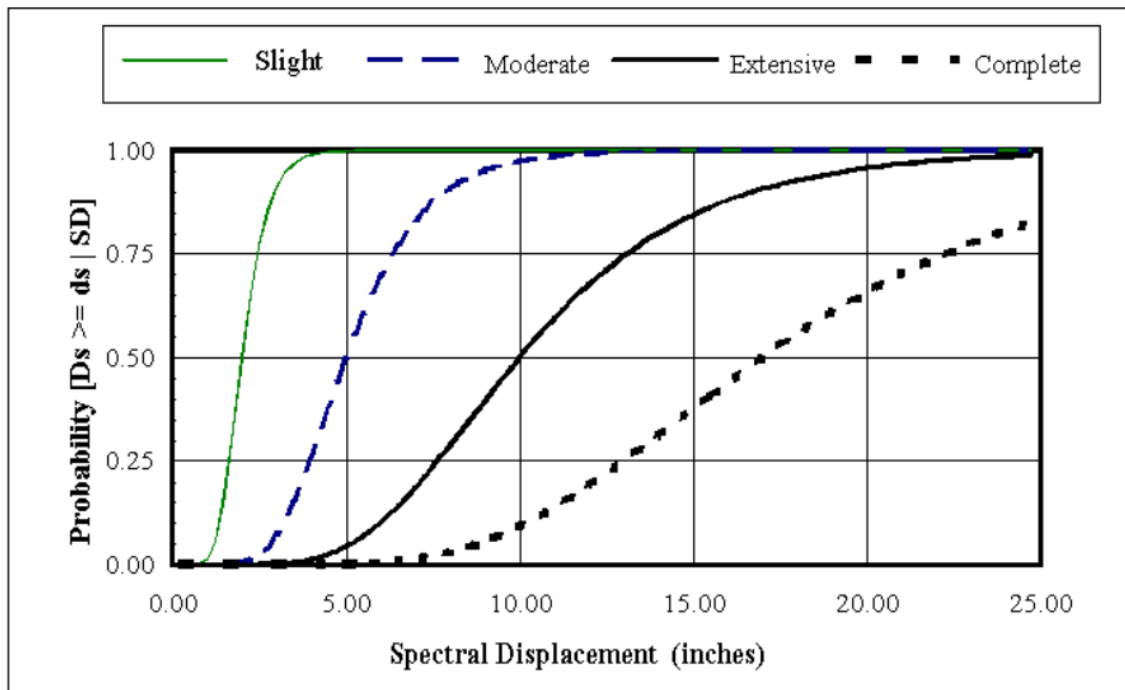


Figura 22: Modelo de curvas de fragilidad hechas por metodología HAZUS (Fuente: Hazus, 1999)

Para encontrar el estado actual de los módulos del pabellón de turismo utilizaremos al desplazamiento espectral promedio, que calcularemos a partir de la deriva máxima de entrepiso promedio. Tendremos así la vulnerabilidad sísmica y también las curvas de fragilidad actual que se podrán usar en estudios posteriores.

3.6. Análisis de datos y presentación de resultados

- El análisis de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de Turismo y Hotelería se realizó de acuerdo a dos investigaciones referenciales: la metodología usada por los ingenieros Ysaac Jesus Burga Veliz y William David Rivera Arenas en su tesis: “Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019” y también del manual técnico desarrollado por el departamento de seguridad nacional de los Estados Unidos, conocido como FEMA, en el cual se explica la metodología HAZUS – MH R4. Los parámetros de índice y estados de daño se obtienen también de la metodología HAZUS – MH R4.
- La obtención de los acelerogramas se hizo a partir de los registros tomados del IGP, se usaron los programas AcelSin, SeismoSignal, SeismoMatch y Excel.

- La simulación y análisis de la estructura se realizó gracias al software ETABS 19.
- El procesamiento y recolección de datos se hizo utilizando herramientas de ofimática, tales como (Microsoft Word, Microsoft Excel)
- La presentación de los resultados será dada en un gráfico donde se podrá apreciar el grado de vulnerabilidad sísmica del pabellón en cuestión.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

El pabellón de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca entró en funcionamiento en el año 2019 y consta de un sistema estructural aperticado y muros de corte de 3 niveles.

Los muros que conforman a la estructura están conformados por ladrillo KK de arcilla precocida y utilizando un aparejo de sogá. Las losas que conforman la estructura son losas aligeradas en una sola dirección con un espesor de 20 cm.

El concreto, mampostería y normativa usada se puede observar en el siguiente resumen obtenido de las especificaciones técnicas del expediente:

- **Clases de concreto**

- **Cemento**

- Solados, cimentación y estructuras en contacto con el terreno: Portland tipos IP o Tipo II.
- Resto de la estructura: Portland tipo I

- **Resistencia del concreto**

- Solado: A
- Zapatas y vigas de cimentación: E
- Sub-zapatas: B
- Cimientos corridos de muros de albañilería: B
- Sobrecimientos corridos de muros de albañilería: C
- Cisternas: F
- Losas de pisos, veredas y pavimentos: E
- Losas aligeradas: E
- Resto de losas y vigas: E
- Columnas y muros: E

CLASE	A	B	C	E	F
kg/cm^2	100	100	100	210	245
MPa	9.81	9.81	9.81	20.5	24
Observación		+30% de piedra	+25% de piedra		Relación A/C = 0.45

Tabla 11: Tipos de concretos usados en la edificación (Fuente: Planos de la estructura)

- **Acero de refuerzo**

Barras corrugadas: ASTM A-615 (Grado 60): $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (428 MPa).

- **Recubrimientos**
 - Concreto vaciado contra el suelo: 7.5 cm
 - Concreto en contacto con el terreno (vaciado con encofrado)
 - Barras de 5/8'' o menores: 4.0 cm
 - Barras de 3/4'' o mayores: 5.0 cm
 - Losas macizas y/o aligeradas, vigas chatas, muros y escaleras: 2.0 cm
 - Columnas estructurales (C) y vigas peraltadas: 4.0 cm
 - Elementos de confinamiento y/o arriostre de la albañilería (CA): 2.5 cm
- **Mampostería**
 - Muros confinados: Unidades tipo IV, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
 - Tabiques, cercos: Unidades tipo III, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$
 - Espesor de junta: 1 cm, con máxima variación de $\pm 2 \text{ mm}$
 - Mortero: P1: 1:1/4:31/2
- **Normas de diseño utilizadas**
 - Norma técnica de edificación E.020 Cargas
 - Norma técnica de edificación E.030 Diseño Sismorresistente
 - Norma técnica de edificación E.050 Suelos y Cimentaciones
 - Norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado
 - Norma técnica de edificación E.070 Albañilería
 - Norma técnica de edificación E.090 Estructuras Metálicas



Fotografía 23: Fachada del pabellón de Turismo y Hotelería (Fuente: Captura propia)



Fotografía 24: Vista al frontis del módulo A (Fuente: Captura propia)

La distribución de los ambientes del pabellón de Turismo y Hotelería se detalla a continuación:

- **Primer nivel:** Ingreso principal, Hall, Oficina para dirección de escuela y servicios higiénicos propio, oficina para secretaria, sala de profesores y tutoría, servicios higiénicos para discapacitados, varones y mujeres (por separado), taller de bromatología, higiene y nutrición alimentaria, taller de cocina y almacén, taller de restaurant y bar, pasadizo de circulación, módulo de escalera y ascensor, auditorio (comprendido por la sala de audiencia y escenario).
- **Segundo nivel:** Hall de distribución, taller de alojamiento (sala comedor, kitchenette y dos dormitorios con servicios higiénicos propios, servicios higiénicos para varones y mujeres, pasadizo de circulación, tres aulas y biblioteca (que incluye sala de lectura y atención)
- **Tercer nivel:** Hall de distribución, sala de cómputo, oficina para centro federado, servicios higiénicos para discapacitados, varones y mujeres (por separado), pasadizo de circulación y tres aulas.



Fotografía 25: Pasadizo tercer nivel (Módulos A y B) (Fuente: Captura propia)

2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- a. **Propiedades para el concreto:** Como efectuaremos 50 simulaciones por pabellón, deberemos obtener 50 resistencias a la compresión distintas, generadas con la simulación de Montecarlo y con base a los parámetros mencionados anteriormente: para el concreto partiremos de un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 221 Kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.16, ajustándonos a una distribución normal (Burga y Rivera, 2019). Asimismo, para efectos del modelamiento utilizaremos el 90% de las resistencias a compresión generadas en el método Montecarlo. El módulo de elasticidad se calculará utilizando:

$$E = 15000\sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Así, usaremos las siguientes resistencias:

f'c	210 kg/cm^2
Media	221 kg/cm^2
Coef. Var.	0.16
Desv. Est.	35.36 kg/cm^2
Varianza	1250.3296 kg/cm^2

Tabla 12: Valores para la simulación de Montecarlo de $f'c$ (Fuente: Burga y Rivera, 2019)

SIMULACIÓN	F'c (Kg/cm^2)	F'c (modelado) (Kg/cm^2)	E (modelado) (Kg/cm^2)
1	210.00	189.00	206215.91
2	276.33	248.70	236553.26
3	217.24	195.52	209741.74
4	247.92	223.13	224063.26
5	158.81	142.93	179329.28
6	231.35	208.22	216445.10
7	194.72	175.25	198571.84
8	227.39	204.65	214585.70
9	261.14	235.02	229956.28
10	256.58	230.92	227942.73
11	195.92	176.33	199184.91
12	257.99	232.19	228566.35
13	270.01	243.01	233832.30
14	228.11	205.30	214922.10
15	252.19	226.97	225982.79
16	228.86	205.98	215277.60
17	282.19	253.97	239045.65
18	266.48	239.83	232297.78

19	277.77	249.99	237166.46
20	229.46	206.51	215557.01
21	229.22	206.30	215445.93
22	210.72	189.65	206569.15
23	202.09	181.88	202296.28
24	195.85	176.27	199147.76
25	195.82	176.23	199130.04
26	241.00	216.90	220911.08
27	221.29	199.16	211684.41
28	165.70	149.13	183180.27
29	212.18	190.96	207284.38
30	221.70	199.53	211884.88
31	250.17	225.15	225077.28
32	228.66	205.79	215182.43
33	206.47	185.83	204477.75
34	278.12	250.31	237318.47
35	198.99	179.09	200735.77
36	182.24	164.02	192103.42
37	251.03	225.93	225462.17
38	190.16	171.14	196233.53
39	242.99	218.69	221823.12
40	261.43	235.28	230083.86
41	290.68	261.61	242616.70
42	183.53	165.17	192780.19
43	227.46	204.72	214618.15
44	266.59	239.93	232346.42
45	204.96	184.46	203726.35
46	228.18	205.37	214958.51
47	217.68	195.91	209951.63
48	238.24	214.41	219642.64
49	216.90	195.21	209577.44
50	188.07	169.26	195151.15

Tabla 13: Resistencia a la compresión para las simulaciones (Fuente: Elaboración propia)

- b. Propiedades para el acero:** De igual manera que el concreto generaremos 50 resistencias gracias al método de Montecarlo, para eso partiremos de los datos siguientes: $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 4800 Kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.06. Se utilizará una distribución Lognormal (Velásquez, 2006). El peso específico que se usará para todas las simulaciones es de 7850 Kg/m^3 y el módulo de elasticidad $E = 20389019158 \text{ Kgf/m}^2$. Así, usaremos las siguientes propiedades:

fy	4200.00 <i>kg/cm²</i>
Media	4800 <i>kg/cm²</i>
Coef. Var.	0.06
Desv. Est.	288 <i>kg/cm²</i>
Varianza	82944.00 <i>kg/cm²</i>

Tabla 14: Valores para la simulación de Montecarlo de Fy (Fuente, Velásquez, 2006)

SIMULACIÓN	Fy (<i>kg/cm²</i>)	Peso específico (<i>kgf/m³</i>)	Módulo de elasticidad (<i>kgf/m²</i>)
1	4200.00	7850	20389019158
2	4765.10	7850	20389019158
3	5327.53	7850	20389019158
4	4540.97	7850	20389019158
5	4419.97	7850	20389019158
6	4829.03	7850	20389019158
7	4874.64	7850	20389019158
8	5023.37	7850	20389019158
9	4917.31	7850	20389019158
10	4463.87	7850	20389019158
11	5319.57	7850	20389019158
12	4630.96	7850	20389019158
13	4612.21	7850	20389019158
14	4708.24	7850	20389019158
15	4959.30	7850	20389019158
16	4888.75	7850	20389019158
17	4774.34	7850	20389019158
18	5245.79	7850	20389019158
19	4195.97	7850	20389019158
20	4897.40	7850	20389019158
21	4818.70	7850	20389019158
22	4892.44	7850	20389019158
23	4559.58	7850	20389019158
24	4744.30	7850	20389019158
25	4565.86	7850	20389019158
26	5052.77	7850	20389019158
27	5043.31	7850	20389019158
28	5215.19	7850	20389019158
29	4253.82	7850	20389019158
30	4508.99	7850	20389019158
31	4770.27	7850	20389019158
32	4868.90	7850	20389019158
33	4532.30	7850	20389019158
34	4692.14	7850	20389019158
35	4654.45	7850	20389019158

36	5174.14	7850	20389019158
37	4579.40	7850	20389019158
38	4837.30	7850	20389019158
39	4540.93	7850	20389019158
40	4660.64	7850	20389019158
41	5286.80	7850	20389019158
42	4956.97	7850	20389019158
43	4445.34	7850	20389019158
44	5119.08	7850	20389019158
45	4956.88	7850	20389019158
46	4557.92	7850	20389019158
47	4849.48	7850	20389019158
48	5325.22	7850	20389019158
49	4816.09	7850	20389019158
50	5175.03	7850	20389019158

Tabla 15: Fy para las simulaciones (Fuente: Elaboración propia)

3. MODELADO ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL TIEMPO HISTORIA

Para el modelado estructural en ETABS se tienen en consideración los planos estructurales y arquitectónicos del pabellón de Turismo y Hotelería. Gracias a las juntas de dilatación el pabellón entero se ha dividido en tres módulos.

- a. **Creación del modelo lineal:** El modelo lineal se basa exclusivamente en la distribución de cada módulo. Se tienen en consideración las dimensiones de los elementos estructurales, con el modelo lineal se pueden obtener los modos de vibración, que nos servirán para la creación de carga dinámica (Ingreso de sismos sintéticos en la dirección X y Y)

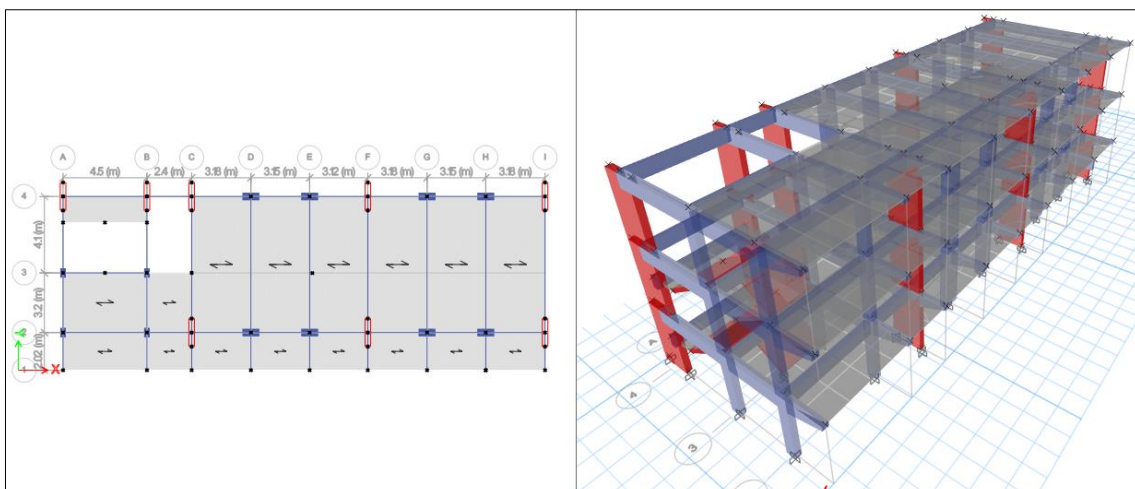


Figura 26: Vista de las secciones del módulo A (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

MODO	PERIODO (s)	U _x	U _y	U _z	R _x	R _y	R _z
1	0.232	0.0545	0.469	0	0.2007	0.0205	0.2452
2	0.182	0.7528	0.0354	0	0.0162	0.2445	0.0142
3	0.074	0.1407	0.0155	0	0.0027	0.5279	0.0153
4	0.068	0.0062	0.1101	0	0.2421	0.0281	0.363
5	0.058	0.0023	0.173	0	0.253	0.0069	0.0145
6	0.039	0.0435	0.0008	0	0.0001	0.1719	0.0006
7	0.033	2.538 E-05	0.1259	0	0.046	0.0001	0.2767
8	0.023	0.0001	0.0486	0	0.1383	0.0002	0.0179
9	0.015	1.261 E-06	0.0217	0	0.1008	1.194 E-06	0.0526

Tabla 16: Modos de vibración – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

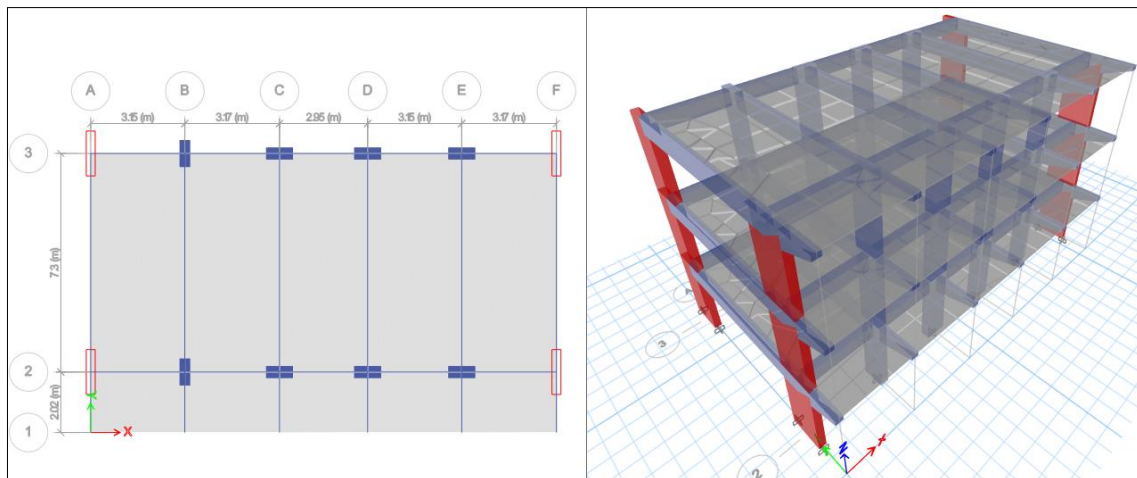


Figura 27: Vista de las secciones del módulo B (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

MODO	PERIODO (s)	U _x	U _y	U _z	R _x	R _y	R _z
1	0.268	0.0011	0.7615	0	0.3048	0.0003	0.0014
2	0.255	0.8282	0.0014	0	0.0006	0.2082	0.0167
3	0.197	0.0192	0.001	0	0.0004	0.0012	0.07499
4	0.078	0.1184	1.01 E-05	0	3.659 E-05	0.7027	0.0015
5	0.064	2.062 E-05	0.1709	0	0.516	0.0001	0.0005
6	0.049	0.0014	0.0007	0	0.002	0.0061	0.1636
7	0.043	0.0316	1.531 E-06	0	4.501 E-06	0.0813	0.0016
8	0.025	0	0.0643	0	0.1758	0	0.0002
9	0.019	1.482 E-05	0.0002	0	0.0005	3.866 E-05	0.0645

Tabla 17: Modos de vibración – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

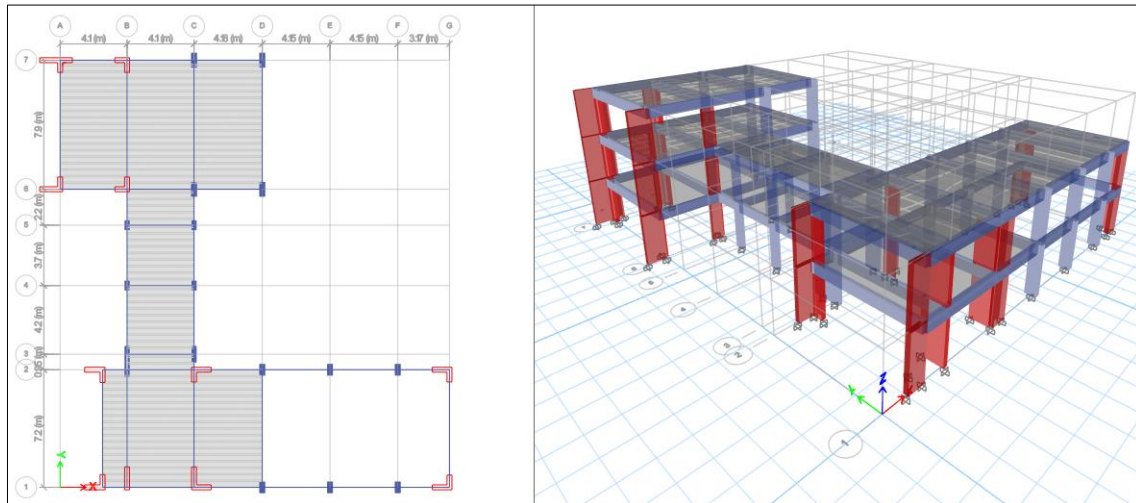


Figura 28: Vista de las secciones del módulo C (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

MODO	PERIODO (s)	U _x	U _y	U _z	R _x	R _y	R _z
1	0.196	0.0787	0.6199	0	0.3072	0.0582	0.0593
2	0.188	0.4235	0.1364	0	0.0483	0.2899	0.2298
3	0.139	0.2905	0.0019	0	0.0016	0.0154	0.5089
4	0.071	0.0001	0.1208	0	0.2818	0.0002	0.0014
5	0.065	0.0357	0.0067	0	0.0241	0.0964	0.0028
6	0.052	0.0692	0.0012	0	0.0037	0.2453	0.0758
7	0.03	0.0115	0.094	0	0.2794	0.0351	0.0212
8	0.029	0.0797	0.0175	0	0.05	0.2342	0.0389
9	0.024	0.011	0.0016	0	0.004	0.0252	0.0619

Tabla 18: Modos de vibración – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

- b. Definición del material: Concreto y Acero:** Para cada simulación se colocan las propiedades encontradas gracias a la simulación de Montecarlo. Debemos asignar también las propiedades no lineales del concreto que se detallan en la siguiente ventana de ETABS.

Material Name and Type Material Name: <input type="text" value="f'c = 141.94 kg/cm2"/> Material Type: <input type="text" value="Concrete, Isotropic"/>		Miscellaneous Parameters Hysteresis Type: <input type="text" value="Takeda"/>																	
Acceptance Criteria Strains <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tension</th> <th>Compression</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IO</td> <td><input type="text" value="0.01"/></td> <td><input type="text" value="-0.003"/></td> <td>m/m</td> </tr> <tr> <td>LS</td> <td><input type="text" value="0.02"/></td> <td><input type="text" value="-0.006"/></td> <td>m/m</td> </tr> <tr> <td>CP</td> <td><input type="text" value="0.05"/></td> <td><input type="text" value="-0.015"/></td> <td>m/m</td> </tr> </tbody> </table> <input checked="" type="checkbox"/> Ignore Tension Acceptance Criteria			Tension	Compression		IO	<input type="text" value="0.01"/>	<input type="text" value="-0.003"/>	m/m	LS	<input type="text" value="0.02"/>	<input type="text" value="-0.006"/>	m/m	CP	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="-0.015"/>	m/m	Drucker-Prager Parameters Friction Angle: <input type="text" value="0"/> deg Dilatational Angle: <input type="text" value="0"/> deg	
	Tension	Compression																	
IO	<input type="text" value="0.01"/>	<input type="text" value="-0.003"/>	m/m																
LS	<input type="text" value="0.02"/>	<input type="text" value="-0.006"/>	m/m																
CP	<input type="text" value="0.05"/>	<input type="text" value="-0.015"/>	m/m																
Parametric Strain Data Strain at Unconfined Compressive Strength, f'c: <input type="text" value="0.002"/> Ultimate Unconfined Strain Capacity: <input type="text" value="0.004"/> Final Compression Slope (Multiplier on E): <input type="text" value="-0.1"/>		Stress Strain Curve Definition Options <input checked="" type="radio"/> Parametric: <input type="text" value="Mander"/> <input type="button" value="Convert to User Defined"/> <input type="radio"/> User Defined																	
<input type="button" value="Show Stress-Strain Plot..."/>																			

Figura 29: Propiedades no lineales para el concreto (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

c. **Modelos de plasticidad para elementos estructurales:** Los modelos de los componentes estructurales inelásticos pueden diferenciarse por como la plasticidad es distribuida a lo largo del elemento, tanto en su sección como en su longitud (NIST, 2010). Para efectos del modelamiento en esta investigación se utilizará en las vigas el modelo de plasticidad concentrada (rótula plástica) y para las columnas utilizaremos el modelo de plasticidad concentrada tipo fibra a lo largo de cada sección.

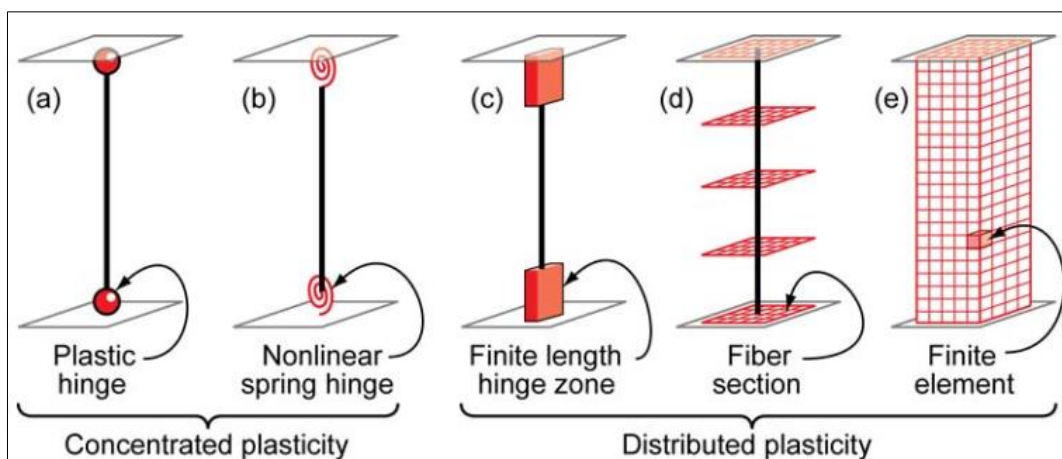


Figura 30: Modelos idealizados de plasticidad en vigas y columnas (Fuente: NIST, 2010)

ETABS es capaz de generar cada rótula y cada fibra en las columnas para cada elemento estructural teniendo en cuenta los modelos que le asignaremos a cada uno de estos (rótula plástica y fibra)

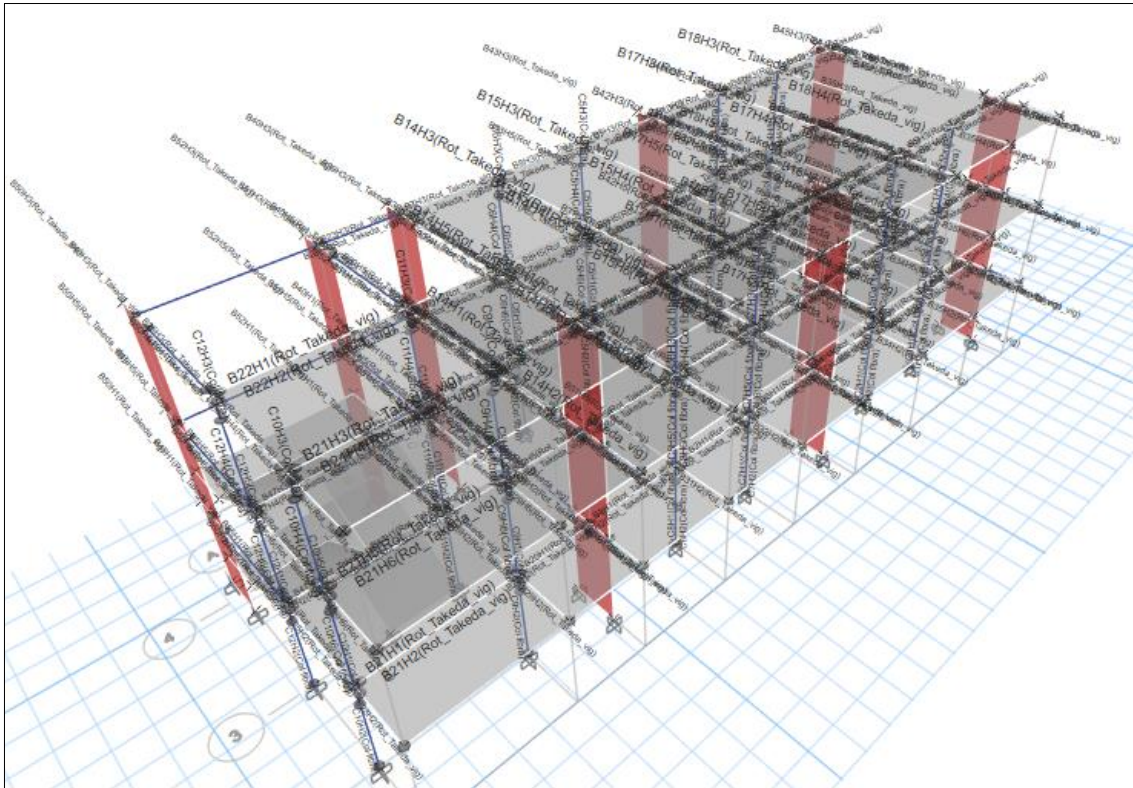


Figura 31: Rótulas generadas en la estructura (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

- d. Creación del caso de carga no lineal por gravedad:** El pabellón de Turismo y Hotelaría está calificada según la Norma E0.30 como una edificación del tipo A. Según esta normativa debemos estimar el peso (P) de la siguiente manera:

$$P = PP + CM + 0.5CV + 0.25CVT$$

Donde:

P: Peso de la edificación

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

CVT: Carga viva del techo

Para la carga viva y carga muerta se procedió a efectuar el metrado, considerando la Norma E0.20 que especifica las cargas que se usarán de acuerdo a cada parte de la edificación.

e. Creación del caso de carga dinámico no lineal tiempo historia:

Adicionalmente a la carga no lineal por gravedad procederemos a insertar cada uno de los sismos sintéticos creados en cada simulación para poder efectuar el análisis completo. Se ingresó un sintético en X y otro en Y en cada una de las simulaciones y se procedió al cálculo. Cada simulación tomó entre 4 a 8 horas para su realización.

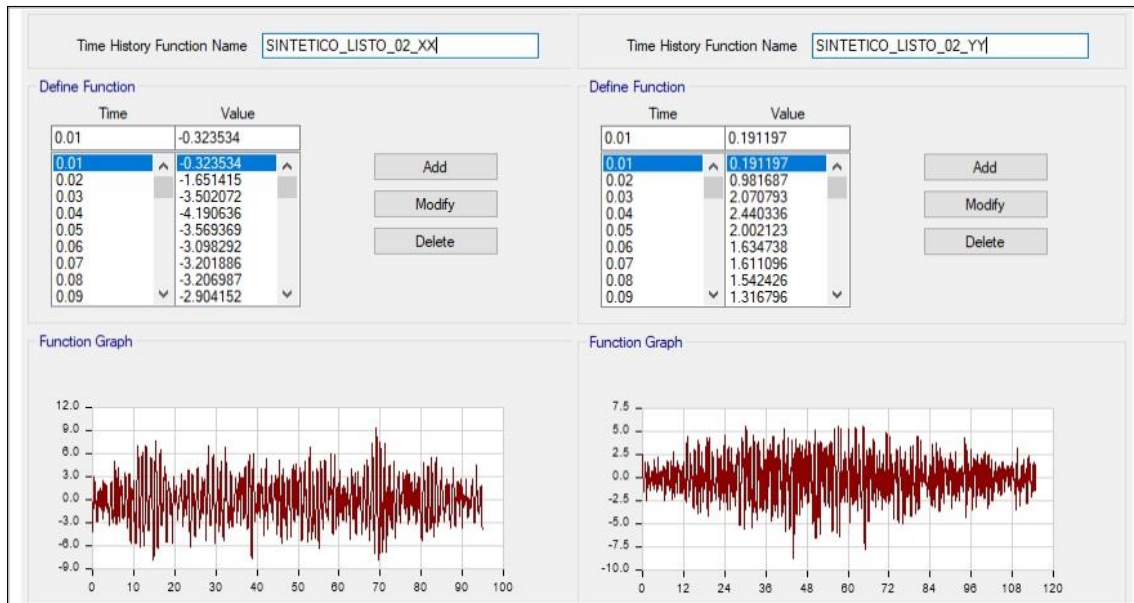


Figura 32: Acelerogramas sintéticos para ADNLTH (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

4. RESULTADOS DEL MÓDULO A

A parte de la deriva máxima de entrepiso el ensayo nos brindó los resultados siguientes: Desplazamiento máximo de piso (m), Cortante por piso (Kg-f) y Momento de vuelco (Kg-f). Los valores son muy confiables y se muestran a continuación:

Sim.	Prop. Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	F'c (Kg/cm2)	Fy (Kg/cm2)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	0.018313	0.018048	0.045589	0.051199
2	141.94	4551.39	0.022568	0.024276	0.056518	0.051245
3	248.70	4765.10	0.015984	0.016250	0.043900	0.041696
4	195.52	5327.53	0.019432	0.019058	0.042001	0.046832
5	223.13	4540.97	0.054583	0.045384	0.041408	0.049469
6	142.93	4419.97	0.022504	0.023464	0.053387	0.056767
7	208.22	4829.03	0.044618	0.046999	0.044504	0.046376
8	175.25	4874.64	0.019849	0.022011	0.047598	0.048016
9	204.65	5023.37	0.017820	0.018962	0.041501	0.045514
10	235.02	4917.31	0.016621	0.017593	0.040775	0.042997
11	230.92	4463.87	0.016992	0.017749	0.040828	0.043369

12	176.33	5319.57	0.020197	0.022019	0.044641	0.047154
13	232.19	4630.96	0.014821	0.017759	0.042860	0.059080
14	243.01	4612.21	0.015664	0.016360	0.041944	0.043833
15	205.30	4708.24	0.018269	0.018771	0.043285	0.041798
16	226.97	4959.30	0.016485	0.017687	0.039569	0.040024
17	205.98	4888.75	0.019073	0.019261	0.046164	0.045187
18	253.97	4774.34	0.017036	0.022686	0.039200	0.040084
19	239.83	5245.79	0.017877	0.017672	0.041673	0.047350
20	249.99	4195.97	0.016709	0.017331	0.039962	0.039260
21	206.51	4897.40	0.020967	0.020264	0.043223	0.048127
22	206.30	4818.70	0.019595	0.017507	0.043622	0.044537
23	189.65	4892.44	0.021581	0.020666	0.044134	0.049201
24	181.88	4559.58	0.020818	0.023135	0.047125	0.048807
25	176.27	4744.30	0.020615	0.024124	0.051026	0.050719
26	176.23	4565.86	0.020528	0.023743	0.047677	0.049902
27	216.90	5052.77	0.018065	0.017171	0.044237	0.043846
28	199.16	5043.31	0.019375	0.019864	0.049068	0.045024
29	149.13	5215.19	0.022363	0.022702	0.054316	0.051152
30	190.96	4253.82	0.021756	0.020787	0.045179	0.042604
31	199.53	4508.99	0.018653	0.016731	0.042086	0.040039
32	225.15	4770.27	0.017934	0.018471	0.038797	0.043140
33	205.79	4868.90	0.017119	0.019116	0.038856	0.041223
34	185.83	4532.30	0.017830	0.017835	0.040361	0.044151
35	250.31	4692.14	0.016180	0.015911	0.036970	0.039764
36	179.09	4654.45	0.021760	0.020346	0.043852	0.046165
37	164.02	5174.14	0.021871	0.022719	0.047016	0.044150
38	225.93	4579.40	0.016948	0.018074	0.037813	0.036594
39	171.14	4837.30	0.022720	0.019377	0.043478	0.043611
40	218.69	4540.93	0.017686	0.017826	0.037537	0.036003
41	235.28	4660.64	0.017534	0.016978	0.042628	0.038352
42	261.61	5286.80	0.015571	0.017084	0.038942	0.037792
43	165.17	4956.97	0.022666	0.021529	0.047551	0.046164
44	204.72	4445.34	0.018954	0.021377	0.046258	0.040027
45	239.93	5119.08	0.016526	0.017130	0.041010	0.029967
46	184.46	4956.88	0.017715	0.020117	0.042394	0.044766
47	205.37	4557.92	0.019632	0.017402	0.018472	0.017809
48	195.91	4849.48	0.018874	0.018484	0.043013	0.047075
49	214.41	5325.22	0.021096	0.019821	0.041512	0.040236
50	195.21	4816.09	0.016734	0.019037	0.042417	0.042809

Tabla 19: Desplazamientos máximos por piso – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Cortante por piso (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm2)	Fy (Kg/cm2)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	1091130.00	415896.00	972595.00	305495.00
2	141.94	4551.39	1056862.00	389410.00	633692.00	288718.00
3	248.70	4765.10	975140.00	367105.00	785373.00	292444.00
4	195.52	5327.53	1043994.00	407843.00	837140.00	308842.00
5	223.13	4540.97	1716122.00	802860.00	873988.00	311101.00
6	142.93	4419.97	1000244.00	386854.00	714884.00	307404.00
7	208.22	4829.03	2125118.00	743697.00	752945.00	313841.00
8	175.25	4874.64	1077466.00	392660.00	761527.00	292544.00
9	204.65	5023.37	1087998.00	410099.00	774014.00	295792.00
10	235.02	4917.31	1028215.00	381454.00	774244.00	315803.00
11	230.92	4463.87	1101716.00	425776.00	784874.00	292138.00
12	176.33	5319.57	1024566.00	407021.00	659410.00	294391.00
13	232.19	4630.96	1115533.00	435347.00	856939.00	303119.00
14	243.01	4612.21	1044174.00	393657.00	824896.00	295241.00
15	205.30	4708.24	1031328.00	410533.00	672572.00	292077.00
16	226.97	4959.30	1010501.00	375393.00	672683.00	296216.00
17	205.98	4888.75	1045465.00	401800.00	728032.00	302060.00
18	253.97	4774.34	1217820.00	455735.00	723665.00	296185.00
19	239.83	5245.79	1079146.00	401274.00	848336.00	317985.00
20	249.99	4195.97	1093118.00	417035.00	769077.00	290149.00
21	206.51	4897.40	1101529.00	404363.00	761255.00	313232.00
22	206.30	4818.70	987642.00	379362.00	713187.00	296973.00
23	189.65	4892.44	1136665.00	432562.00	839418.00	307543.00
24	181.88	4559.58	1155530.00	428490.00	671417.00	317138.00
25	176.27	4744.30	1123190.00	481382.00	801497.00	300639.00
26	176.23	4565.86	1097405.00	423590.00	824363.00	290166.00
27	216.90	5052.77	1031827.00	399829.00	829795.00	292172.00
28	199.16	5043.31	1125220.00	423245.00	751224.00	316719.00
29	149.13	5215.19	975198.00	379547.00	730209.00	284897.00
30	190.96	4253.82	1012073.00	386268.00	749933.00	282546.00
31	199.53	4508.99	873448.00	340721.00	605337.00	287675.00
32	225.15	4770.27	984808.00	387307.00	649631.00	301127.00
33	205.79	4868.90	996980.00	372919.00	641320.00	287739.00
34	185.83	4532.30	906158.00	338168.00	564350.00	297887.00
35	250.31	4692.14	924837.00	346155.00	600850.00	299502.00
36	179.09	4654.45	1010175.00	369877.00	595001.00	296843.00
37	164.02	5174.14	1021829.00	414893.00	597423.00	300785.00
38	225.93	4579.40	973556.00	365760.00	566008.00	284194.00
39	171.14	4837.30	959912.00	356640.00	551138.00	288580.00
40	218.69	4540.93	981129.00	365732.00	575339.00	267740.00

41	235.28	4660.64	1008697.00	375475.00	641789.00	269411.00
42	261.61	5286.80	914356.00	386545.00	662952.00	287121.00
43	165.17	4956.97	994856.00	376649.00	648635.00	274661.00
44	204.72	4445.34	1022569.00	420425.00	549452.00	290260.00
45	239.93	5119.08	991851.00	366492.00	532748.00	254976.00
46	184.46	4956.88	1061350.00	393515.00	633651.00	292547.00
47	205.37	4557.92	852427.00	356655.00	866997.00	375294.00
48	195.91	4849.48	940035.00	362341.00	717065.00	317421.00
49	214.41	5325.22	1052002.00	384483.00	661759.00	282308.00
50	195.21	4816.09	956446.00	385325.00	622777.00	284971.00

Tabla 20: Cortantes por piso – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Momento de vuelco (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm ²)	Fy (Kg/cm ²)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	2864493.00	2281787.00	4950055.00	3356305.00
2	141.94	4551.39	2936400.00	2314081.00	5115453.00	3381797.00
3	248.70	4765.10	2804362.00	2248174.00	5313132.00	3403232.00
4	195.52	5327.53	2785799.00	2230372.00	4825125.00	3213504.00
5	223.13	4540.97	3984419.00	2896365.00	5040578.00	3284352.00
6	142.93	4419.97	2820211.00	2250927.00	4861341.00	3302408.00
7	208.22	4829.03	3551761.00	2673380.00	5038703.00	3325200.00
8	175.25	4874.64	2833284.00	2259677.00	5048550.00	3315515.00
9	204.65	5023.37	2765480.00	2221236.00	4740293.00	3194524.00
10	235.02	4917.31	2910683.00	2298449.00	4890413.00	3275160.00
11	230.92	4463.87	2857921.00	2275275.00	4976393.00	3278219.00
12	176.33	5319.57	2899316.00	2280814.00	4724442.00	3184176.00
13	232.19	4630.96	2783953.00	2229376.00	5101410.00	3344546.00
14	243.01	4612.21	2679424.00	2169854.00	4873541.00	3313349.00
15	205.30	4708.24	2836588.00	2244816.00	4902886.00	3276151.00
16	226.97	4959.30	2555613.00	2107475.00	4841769.00	3226946.00
17	205.98	4888.75	2849640.00	2271432.00	4912116.00	3347040.00
18	253.97	4774.34	2953193.00	2330166.00	4867665.00	3272575.00
19	239.83	5245.79	2865177.00	2273380.00	5181827.00	3342024.00
20	249.99	4195.97	2969203.00	2341146.00	4858149.00	3263091.00
21	206.51	4897.40	2771363.00	2210459.00	5002922.00	3279308.00
22	206.30	4818.70	2719178.00	2191449.00	4934681.00	3290538.00
23	189.65	4892.44	2880160.00	2279447.00	4900763.00	3265783.00
24	181.88	4559.58	2815603.00	2253748.00	4877863.00	3276756.00
25	176.27	4744.30	2853083.00	2263850.00	4999769.00	3357178.00
26	176.23	4565.86	2904440.00	2305833.00	4942022.00	3283627.00
27	216.90	5052.77	2853447.00	2262405.00	5055719.00	3339638.00
28	199.16	5043.31	5120551.00	2642942.00	3369178.00	1752849.00

29	149.13	5215.19	2902508.00	2290208.00	4832505.00	3320409.00
30	190.96	4253.82	2806829.00	2245506.00	4972271.00	3279928.00
31	199.53	4508.99	2778474.00	2233511.00	4498724.00	3159060.00
32	225.15	4770.27	2971062.00	2329934.00	4545719.00	3173198.00
33	205.79	4868.90	2833218.00	2261945.00	4354711.00	3112386.00
34	185.83	4532.30	2845106.00	2256992.00	4369732.00	3129426.00
35	250.31	4692.14	2793771.00	2233449.00	4607605.00	3182190.00
36	179.09	4654.45	2849538.00	2267758.00	4599593.00	3192389.00
37	164.02	5174.14	2846001.00	2239647.00	4724960.00	3214170.00
38	225.93	4579.40	2918414.00	2314283.00	4470611.00	3139927.00
39	171.14	4837.30	2922452.00	2316135.00	4352790.00	3084055.00
40	218.69	4540.93	2888372.00	2297833.00	4414741.00	3085995.00
41	235.28	4660.64	2855026.00	2267327.00	4826357.00	3307083.00
42	261.61	5286.80	2858414.00	2278427.00	4667848.00	3230185.00
43	165.17	4956.97	2845831.00	2277697.00	4951579.00	3278352.00
44	204.72	4445.34	2959232.00	2318540.00	4756987.00	3313586.00
45	239.93	5119.08	2841603.00	2267460.00	4573759.00	3246005.00
46	184.46	4956.88	2897937.00	2292991.00	4324297.00	3108259.00
47	205.37	4557.92	2842882.00	2267932.00	2933578.00	2320347.00
48	195.91	4849.48	2950980.00	2321092.00	4667171.00	3227791.00
49	214.41	5325.22	2910443.00	2323510.00	4760306.00	3208533.00
50	195.21	4816.09	2823655.00	2269309.00	4582013.00	3183457.00

Tabla 21: Momentos de vuelco – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Para generar las curvas de fragilidad primero corremos las 50 simulaciones en ETABS. Cada simulación arrojará una deriva máxima de entrepiso y las derivas máximas que se han obtenido son las siguientes:

Simulación	F'c (kg/cm ²)	Fy (kg/cm ²)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
1	210	4200	0.002114	0.002051	0.006015	0.006670	0.00667
2	276.33	4765.1	0.002767	0.002823	0.007454	0.006700	0.007454
3	217.24	5327.53	0.001812	0.001845	0.005738	0.005385	0.005738
4	247.92	4540.97	0.002180	0.002148	0.005432	0.006142	0.006142
5	158.81	4419.97	0.008022	0.006370	0.005347	0.006554	0.008022
6	231.35	4829.03	0.002686	0.002770	0.007018	0.007448	0.007448
7	194.72	4874.64	0.005481	0.005974	0.005784	0.006203	0.006203
8	227.39	5023.37	0.002356	0.002598	0.006160	0.006290	0.00629
9	261.14	4917.31	0.002011	0.002129	0.005467	0.005900	0.0059
10	256.58	4463.87	0.001887	0.001989	0.005386	0.005710	0.00571
11	195.92	5319.57	0.001924	0.002021	0.005283	0.005706	0.005706

12	257.99	4630.96	0.002304	0.002650	0.005868	0.006174	0.006174
13	270.01	4612.21	0.001771	0.002050	0.005947	0.005558	0.005947
14	228.11	4708.24	0.001771	0.001851	0.005527	0.005695	0.005695
15	252.19	4959.3	0.002127	0.002267	0.005649	0.005603	0.005649
16	228.86	4888.75	0.001864	0.002078	0.005206	0.005349	0.005349
17	282.19	4774.34	0.002156	0.002427	0.006110	0.005960	0.00611
18	266.48	5245.79	0.001945	0.002767	0.005121	0.005220	0.00522
19	277.77	4195.97	0.002137	0.002000	0.005415	0.006167	0.006167
20	229.46	4897.4	0.001896	0.001972	0.005232	0.005055	0.005232
21	229.22	4818.7	0.002448	0.002289	0.005547	0.006306	0.006306
22	210.72	4892.44	0.002280	0.001995	0.005689	0.005917	0.005917
23	202.09	4559.58	0.002545	0.002335	0.005733	0.006453	0.006453
24	195.85	4744.3	0.002452	0.002888	0.006185	0.006492	0.006492
25	195.82	4565.86	0.002343	0.003236	0.006701	0.006606	0.006701
26	241	5052.77	0.002409	0.002906	0.006335	0.006547	0.006547
27	221.29	5043.31	0.002047	0.001952	0.005743	0.005686	0.005743
28	165.7	5215.19	0.002251	0.002247	0.006584	0.005948	0.006584
29	212.18	4253.82	0.002592	0.002612	0.007207	0.006667	0.007207
30	221.7	4508.99	0.002609	0.002522	0.005832	0.005575	0.005832
31	250.17	4770.27	0.002200	0.001933	0.005612	0.005338	0.005612
32	228.66	4868.9	0.002094	0.002207	0.005226	0.005640	0.00564
33	206.47	4532.3	0.002062	0.002247	0.005130	0.005286	0.005286
34	278.12	4692.14	0.002013	0.002034	0.005305	0.005930	0.00593
35	198.99	4654.45	0.001922	0.001908	0.004852	0.005276	0.005276
36	182.24	5174.14	0.002713	0.002320	0.005782	0.006139	0.006139
37	251.03	4579.4	0.002755	0.002857	0.006227	0.005794	0.006227
38	190.16	4837.3	0.002014	0.002085	0.004952	0.004791	0.004952
39	242.99	4540.93	0.002716	0.002256	0.005895	0.005821	0.005895
40	261.43	4660.64	0.002112	0.002061	0.004770	0.004982	0.004982
41	290.68	5286.8	0.002187	0.001933	0.005694	0.005121	0.005694
42	183.53	4956.97	0.001919	0.002104	0.005187	0.004998	0.005187
43	227.46	4445.34	0.002572	0.002629	0.006285	0.006002	0.006285
44	266.59	5119.08	0.002441	0.002646	0.002644	0.005443	0.005443
45	204.96	4956.88	0.002037	0.002028	0.005474	0.003971	0.005474
46	228.18	4557.92	0.002101	0.002289	0.005729	0.005955	0.005955
47	217.68	4849.48	0.002336	0.002105	0.002162	0.002180	0.002336
48	238.24	5325.22	0.002209	0.002167	0.005718	0.006232	0.006232
49	216.9	4816.09	0.002537	0.002262	0.005526	0.000430	0.005526
50	188.07	5175.03	0.002049	0.002271	0.005625	0.005691	0.005691

Tabla 22: Derivas máximas de entrepiso para el módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Para poder observar la tendencia de las derivas máximas de entrepiso procederemos a la gráfica de frecuencias, obtendremos la deriva máxima promedio, con la cual encontraremos el diagnostico para el estado actual del primer módulo.

Clase	Límite de clase		Frecuencias		Frecuencias Acumuladas	
	Inferior	Superior	Absolutas	Relativas	Absolutas	Relativas
1	0.002336	0.0034732	1	0.02	1	0.02
2	0.0034732	0.0046104	0	0	1	0.02
3	0.0046104	0.0057476	21	0.42	22	0.44
4	0.0057476	0.0068848	24	0.48	46	0.92
5	0.0068848	0.008022	4	0.08	50	1

Tabla 23: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo A (Fuente: Elaboración propia)

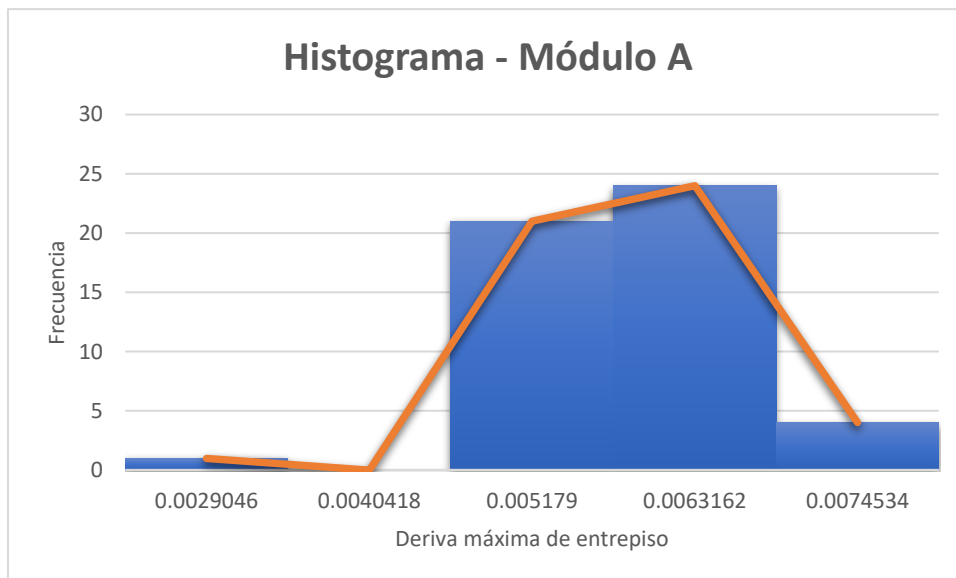


Figura 33: Histograma – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Deriva máxima media: 0.0059274

Con todos los valores de las derivas procederemos a encontrar los desplazamientos espectrales utilizando la expresión brindada por HAZUS, con esto procedemos a la gráfica de las curvas de fragilidad para los estados de daño leve, moderado, extensivo y completo.

Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
1	0.00667	0.75	125.984	0.630	1.60
2	0.007454	0.75	125.984	0.704	1.79
3	0.005738	0.75	125.984	0.542	1.38
4	0.006142	0.75	125.984	0.580	1.47
5	0.008022	0.75	125.984	0.758	1.93
6	0.007448	0.75	125.984	0.704	1.79
7	0.006203	0.75	125.984	0.586	1.49
8	0.00629	0.75	125.984	0.594	1.51
9	0.0059	0.75	125.984	0.557	1.42
10	0.00571	0.75	125.984	0.540	1.37
11	0.005706	0.75	125.984	0.539	1.37
12	0.006174	0.75	125.984	0.583	1.48
13	0.005947	0.75	125.984	0.562	1.43
14	0.005695	0.75	125.984	0.538	1.37
15	0.005649	0.75	125.984	0.534	1.36
16	0.005349	0.75	125.984	0.505	1.28
17	0.00611	0.75	125.984	0.577	1.47
18	0.00522	0.75	125.984	0.493	1.25
19	0.006167	0.75	125.984	0.583	1.48
20	0.005232	0.75	125.984	0.494	1.26
21	0.006306	0.75	125.984	0.596	1.51
22	0.005917	0.75	125.984	0.559	1.42
23	0.006453	0.75	125.984	0.610	1.55
24	0.006492	0.75	125.984	0.613	1.56
25	0.006701	0.75	125.984	0.633	1.61
26	0.006547	0.75	125.984	0.619	1.57
27	0.005743	0.75	125.984	0.543	1.38
28	0.006584	0.75	125.984	0.622	1.58
29	0.007207	0.75	125.984	0.681	1.73
30	0.005832	0.75	125.984	0.551	1.40
31	0.005612	0.75	125.984	0.530	1.35
32	0.00564	0.75	125.984	0.533	1.35
33	0.005286	0.75	125.984	0.499	1.27
34	0.00593	0.75	125.984	0.560	1.42
35	0.005276	0.75	125.984	0.499	1.27
36	0.006139	0.75	125.984	0.580	1.47
37	0.006227	0.75	125.984	0.588	1.49
38	0.004952	0.75	125.984	0.468	1.19
39	0.005895	0.75	125.984	0.557	1.41
40	0.004982	0.75	125.984	0.471	1.20

41	0.005694	0.75	125.984	0.538	1.37
42	0.005187	0.75	125.984	0.490	1.24
43	0.006285	0.75	125.984	0.594	1.51
44	0.005443	0.75	125.984	0.514	1.31
45	0.005474	0.75	125.984	0.517	1.31
46	0.005955	0.75	125.984	0.563	1.43
47	0.002336	0.75	125.984	0.221	0.56
48	0.006232	0.75	125.984	0.589	1.50
49	0.005526	0.75	125.984	0.522	1.33
50	0.005691	0.75	125.984	0.538	1.37

Tabla 24: Desplazamientos espectrales para el módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Los valores para las curvas se muestran a continuación:

Desp. Espectral	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
0.220724	-2.7376	0.003094633	-3.5234	0.000213054	-4.9382	3.94199E-07	-4.9452	3.80359E-07
0.4679046	-1.6642	0.04803395	-2.4500	0.007142744	-3.8649	5.55768E-05	-4.1010	2.05712E-05
0.4707392	-1.6556	0.048901986	-2.4414	0.007315727	-3.8562	5.75745E-05	-4.0942	2.1183E-05
0.4901093	-1.5980	0.055022752	-2.3838	0.008568175	-3.7986	7.27507E-05	-4.0489	2.57322E-05
0.4932274	-1.5889	0.056038237	-2.3747	0.008781389	-3.7896	7.54558E-05	-4.0417	2.6527E-05
0.4943612	-1.5856	0.056409537	-2.3714	0.008859726	-3.7863	7.64584E-05	-4.0392	2.68204E-05
0.4985187	-1.5737	0.057780177	-2.3595	0.009150648	-3.7743	8.02222E-05	-4.0298	2.7917E-05
0.4994636	-1.5710	0.058093692	-2.3568	0.009217576	-3.7716	8.10971E-05	-4.0276	2.81707E-05
0.5054163	-1.5541	0.060085748	-2.3398	0.00964614	-3.7547	8.67781E-05	-4.0143	2.98087E-05
0.5142982	-1.5292	0.063111478	-2.3149	0.010307893	-3.7298	9.58147E-05	-3.9947	3.23818E-05
0.5172273	-1.5211	0.064123119	-2.3068	0.010532019	-3.7217	9.8947E-05	-3.9884	3.32652E-05
0.5221407	-1.5075	0.065835177	-2.2933	0.010914562	-3.7082	0.000104376	-3.9777	3.47865E-05
0.5302667	-1.4855	0.06870753	-2.2713	0.011565418	-3.6861	0.000113849	-3.9604	3.74137E-05
0.5329123	-1.4784	0.069653529	-2.2642	0.011782234	-3.6790	0.00011707	-3.9548	3.82997E-05
0.5337627	-1.4761	0.069958715	-2.2619	0.011852438	-3.6767	0.000118119	-3.9530	3.85877E-05
0.5377312	-1.4655	0.071390024	-2.2513	0.012183366	-3.6662	0.000123114	-3.9447	3.99527E-05
0.5380147	-1.4648	0.071492706	-2.2505	0.012207213	-3.6654	0.000123476	-3.9441	4.00516E-05
0.5381092	-1.4645	0.071526947	-2.2503	0.012215168	-3.6651	0.000123598	-3.9439	4.00846E-05
0.5391485	-1.4618	0.071904025	-2.2475	0.012302877	-3.6624	0.000124936	-3.9417	4.04487E-05
0.5395265	-1.4608	0.072041341	-2.2465	0.012334864	-3.6614	0.000125425	-3.9409	4.05817E-05
0.5421721	-1.4538	0.073005472	-2.2395	0.012560161	-3.6544	0.000128891	-3.9354	4.15218E-05
0.5426446	-1.4525	0.073178174	-2.2383	0.012600649	-3.6532	0.000129517	-3.9345	4.16914E-05
0.551054	-1.4306	0.076279091	-2.2163	0.013334314	-3.6312	0.000141059	-3.9172	4.47946E-05
0.5570068	-1.4152	0.078504302	-2.2010	0.013868551	-3.6158	0.000149688	-3.9051	4.70909E-05
0.5574792	-1.4140	0.078681959	-2.1998	0.01391148	-3.6146	0.000150389	-3.9042	4.72767E-05
0.5590855	-1.4099	0.079287142	-2.1957	0.014058026	-3.6105	0.000152793	-3.9009	4.79126E-05
0.5603138	-1.4067	0.07975112	-2.1925	0.014170698	-3.6074	0.00015465	-3.8985	4.84031E-05

0.5619201	-1.4027	0.080359412	-2.1884	0.014318836	-3.6033	0.000157105	-3.8952	4.90499E-05
0.562676	-1.4007	0.080646273	-2.1865	0.014388861	-3.6014	0.00015827	-3.8937	4.93565E-05
0.5773217	-1.3640	0.086279113	-2.1498	0.015785117	-3.5647	0.00018216	-3.8649	5.5576E-05
0.5800618	-1.3573	0.087348471	-2.1430	0.016054713	-3.5579	0.000186915	-3.8595	5.67999E-05
0.5803453	-1.3566	0.087459366	-2.1423	0.016082753	-3.5572	0.000187412	-3.8590	5.69276E-05
0.5827075	-1.3508	0.088385465	-2.1365	0.016317515	-3.5514	0.000191594	-3.8544	5.8E-05
0.5833689	-1.3491	0.0886454	-2.1349	0.0163836	-3.5498	0.000192777	-3.8532	5.83029E-05
0.5861091	-1.3424	0.089725182	-2.1282	0.016659019	-3.5431	0.000197738	-3.8479	5.957E-05
0.5883768	-1.3369	0.090622308	-2.1227	0.016888948	-3.5376	0.000201915	-3.8436	6.06336E-05
0.5888492	-1.3358	0.090809607	-2.1216	0.016937078	-3.5364	0.000202793	-3.8426	6.08569E-05
0.5938571	-1.3237	0.092803318	-2.1095	0.017452076	-3.5243	0.000212282	-3.8331	6.32608E-05
0.5943295	-1.3226	0.092992185	-2.1083	0.017501116	-3.5232	0.000213194	-3.8322	6.3491E-05
0.5958413	-1.3189	0.093597456	-2.1047	0.017658571	-3.5196	0.000216133	-3.8294	6.4232E-05
0.6097311	-1.2860	0.099220931	-2.0718	0.019142799	-3.4866	0.000244565	-3.8035	7.13349E-05
0.6134161	-1.2774	0.100731315	-2.0632	0.019547953	-3.4780	0.000252555	-3.7967	7.33107E-05
0.6186129	-1.2653	0.102874067	-2.0511	0.020127426	-3.4660	0.000264152	-3.7872	7.61637E-05
0.622109	-1.2573	0.104323784	-2.0431	0.020522584	-3.4579	0.000272173	-3.7809	7.81274E-05
0.630235	-1.2388	0.107718337	-2.0245	0.021457602	-3.4394	0.000291514	-3.7663	8.28322E-05
0.6331641	-1.2321	0.108950323	-2.0179	0.021800309	-3.4328	0.000298729	-3.7611	8.45769E-05
0.680975	-1.1281	0.129631374	-1.9139	0.027815453	-3.3288	0.00043615	-3.6793	0.000116925
0.7037466	-1.0811	0.139816149	-1.8669	0.030955947	-3.2818	0.000515768	-3.6424	0.00013507
0.7043136	-1.0800	0.140072126	-1.8658	0.031036368	-3.2806	0.000517876	-3.6415	0.000135546
0.7579827	-0.9751	0.164758951	-1.7609	0.039130553	-3.1757	0.000747323	-3.5590	0.000186169

Tabla 25: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo A (Fuente: Elaboración propia)

Las curvas de fragilidad para el Módulo A, se muestran a continuación:

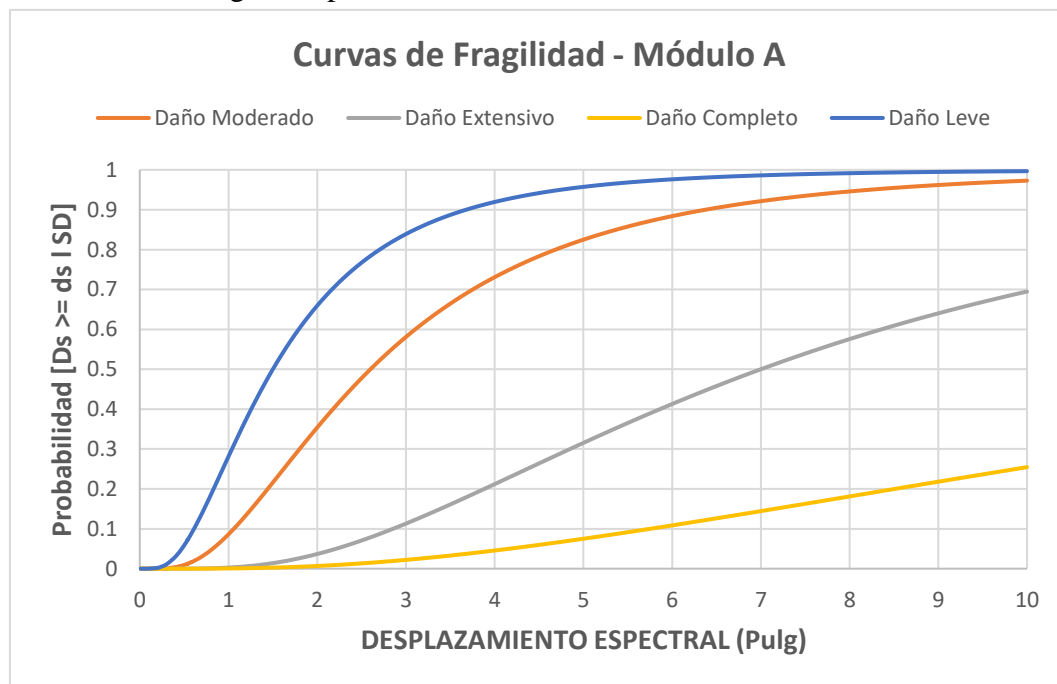


Figura 34: Curvas de Fragilidad – Módulo A (Fuente: Elaboración propia)

El estado actual del módulo A se mostrará en el apartado de discusión de resultados.

5. RESULTADOS DEL MÓDULO B

A parte de la deriva máxima de entrepiso el ensayo nos brindó los resultados siguientes: Desplazamiento máximo de piso (m), Cortante por piso (Kg-f) y Momento de vuelco (Kg-f). Los valores son muy confiables y se muestran a continuación:

Sim.	Prop. Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	F'c (Kg/cm2)	Fy (Kg/cm2)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	0.036986	0.029	0.051618	0.061825
2	141.94	4551.39	0.000475	0.061030	0.072902	0.061211
3	248.70	4765.10	0.032836	0.038102	0.057483	0.055765
4	195.52	5327.53	0.037406	0.037405	0.059447	0.058794
5	223.13	4540.97	0.025376	0.045046	0.057531	0.063037
6	142.93	4419.97	0.050509	0.049388	0.068150	0.057954
7	208.22	4829.03	0.023398	0.032288	0.063587	0.058848
8	175.25	4874.64	0.030589	0.043663	0.067757	0.064492
9	204.65	5023.37	0.065043	0.039354	0.059044	0.058314
10	235.02	4917.31	0.065699	0.041170	0.051949	0.051412
11	230.92	4463.87	0.026400	0.035294	0.053711	0.057606
12	176.33	5319.57	0.049787	0.050521	0.060033	0.070974
13	232.19	4630.96	0.053943	0.062290	0.101422	0.102993
14	243.01	4612.21	0.029181	0.048961	0.053193	0.052043
15	205.30	4708.24	0.034835	0.056661	0.050159	0.061159
16	226.97	4959.30	0.028768	0.047705	0.057782	0.048517
17	205.98	4888.75	0.058473	0.028315	0.065246	0.058800
18	253.97	4774.34	0.050999	0.033664	0.051912	0.058872
19	239.83	5245.79	0.057200	0.045309	0.056792	0.062621
20	249.99	4195.97	0.028334	0.059656	0.056653	0.054723
21	206.51	4897.40	0.024509	0.020743	0.054085	0.057642
22	206.30	4818.70	0.044041	0.053039	0.059115	0.058542
23	189.65	4892.44	0.045513	0.045024	0.059442	0.062326
24	181.88	4559.58	0.055808	0.053531	0.056596	0.068517
25	176.27	4744.30	0.065431	0.036409	0.065925	0.061658
26	176.23	4565.86	0.045653	0.054115	0.057519	0.069959
27	216.90	5052.77	0.057168	0.075402	0.058381	0.059571
28	199.16	5043.31	0.027315	0.029409	0.055738	0.053808
29	149.13	5215.19	1.218238	1.514652	0.345847	1.304339
30	190.96	4253.82	0.053997	0.055646	0.058030	0.064469
31	199.53	4508.99	0.029140	0.024401	0.038346	0.038407
32	225.15	4770.27	0.040936	0.039373	0.047006	0.048627
33	205.79	4868.90	0.040132	0.040188	0.041223	0.045737

34	185.83	4532.30	0.043989	0.035294	0.060675	0.050538
35	250.31	4692.14	0.043727	0.028359	0.044484	0.051188
36	179.09	4654.45	0.037031	0.037169	0.048861	0.052661
37	164.02	5174.14	0.046314	0.044612	0.051693	0.049444
38	225.93	4579.40	0.042128	0.027538	0.041748	0.049891
39	171.14	4837.30	0.054252	0.044039	0.044467	0.055177
40	218.69	4540.93	0.040078	0.029558	0.046845	0.054558
41	235.28	4660.64	0.028650	0.026478	0.043427	0.049249
42	261.61	5286.80	0.014421	0.018460	0.041532	0.050197
43	165.17	4956.97	0.047768	0.041152	0.053415	0.058574
44	204.72	4445.34	0.039932	0.036883	0.042786	0.053822
45	239.93	5119.08	0.044574	0.041299	0.039002	0.046900
46	184.46	4956.88	0.047490	0.039780	0.041226	0.057699
47	205.37	4557.92	0.026177	0.034323	0.050053	0.060535
48	195.91	4849.48	0.047130	0.039461	0.048412	0.050407
49	214.41	5325.22	0.025406	0.035080	0.042705	0.054248
50	195.21	4816.09	0.016734	0.019037	0.042417	0.042809

Tabla 26: Desplazamiento máximo por piso – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Cortante por piso (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm2)	Fy (Kg/cm2)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	369719.00	369685.00	571916.00	571870.00
2	141.94	4551.39	482691.00	482656.00	438840.00	438814.00
3	248.70	4765.10	441500.00	441460.00	579792.00	579741.00
4	195.52	5327.53	405444.00	405413.00	523940.00	523900.00
5	223.13	4540.97	485394.00	485347.00	559957.00	559916.00
6	142.93	4419.97	429773.00	429742.00	441693.00	441656.00
7	208.22	4829.03	394367.00	394332.00	546033.00	545991.00
8	175.25	4874.64	429767.00	429736.00	547758.00	547717.00
9	204.65	5023.37	425945.00	425911.00	533923.00	533883.00
10	235.02	4917.31	464111.00	464075.00	482211.00	482174.00
11	230.92	4463.87	425153.00	425113.00	539779.00	539740.00
12	176.33	5319.57	468480.00	468441.00	590921.00	590875.00
13	232.19	4630.96	554276.00	554229.00	724863.00	724831.00
14	243.01	4612.21	490859.00	490820.00	489629.00	489585.00
15	205.30	4708.24	507172.00	507130.00	504616.00	504587.00
16	226.97	4959.30	476593.00	476557.00	475227.00	475185.00
17	205.98	4888.75	387242.00	387204.00	522982.00	522948.00
18	253.97	4774.34	417955.00	417916.00	574524.00	574477.00
19	239.83	5245.79	491049.00	491002.00	594137.00	594090.00
20	249.99	4195.97	540307.00	540267.00	537280.00	537238.00
21	206.51	4897.40	317830.00	317800.00	493383.00	493351.00

22	206.30	4818.70	491738.00	491698.00	482999.00	482971.00
23	189.65	4892.44	454956.00	454918.00	533241.00	533199.00
24	181.88	4559.58	469649.00	469617.00	535730.00	535699.00
25	176.27	4744.30	405652.00	405617.00	486604.00	486563.00
26	176.23	4565.86	463680.00	463643.00	604929.00	604878.00
27	216.90	5052.77	588228.00	588184.00	568617.00	568569.00
28	199.16	5043.31	359145.00	359119.00	465628.00	465595.00
29	149.13	5215.19	49763.66	49751.05	51936.00	51908.46
30	190.96	4253.82	481047.00	481014.00	524728.00	524693.00
31	199.53	4508.99	344494.00	344462.00	342164.00	342151.00
32	225.15	4770.27	434545.00	434510.00	431351.00	431328.00
33	205.79	4868.90	395004.00	394880.00	411249.00	411225.00
34	185.83	4532.30	354730.00	354716.00	423752.00	423720.00
35	250.31	4692.14	382323.00	382296.00	457482.00	457449.00
36	179.09	4654.45	417303.00	417264.00	449698.00	449668.00
37	164.02	5174.14	415010.00	414983.00	405071.00	405042.00
38	225.93	4579.40	344631.00	344607.00	438124.00	438094.00
39	171.14	4837.30	435849.00	435813.00	418880.00	418850.00
40	218.69	4540.93	343968.00	343951.00	479570.00	479534.00
41	235.28	4660.64	351982.00	351959.00	416055.00	416038.00
42	261.61	5286.80	297716.00	297692.00	500573.00	500534.00
43	165.17	4956.97	399282.00	399250.00	415051.00	415018.00
44	204.72	4445.34	425468.00	425419.00	420223.00	420202.00
45	239.93	5119.08	455046.00	455009.00	415117.00	415090.00
46	184.46	4956.88	437805.00	437762.00	446089.00	446056.00
47	205.37	4557.92	376071.00	376041.00	468357.00	468333.00
48	195.91	4849.48	396916.00	396896.00	403190.00	403162.00
49	214.41	5325.22	362363.00	362348.00	452080.00	452050.00
50	195.21	4816.09	956446.00	385325.00	622777.00	284971.00

Tabla 27: Cortante por piso – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Momento de vuelco (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm ²)	Fy (Kg/cm ²)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	1212622.00	1217698.00	4479648.00	2905192.00
2	141.94	4551.39	1231262.00	1220245.00	4703832.00	3138304.00
3	248.70	4765.10	1232984.00	1221397.00	4888351.00	3049102.00
4	195.52	5327.53	1243391.00	1228116.00	4606522.00	3025294.00
5	223.13	4540.97	1232872.00	1221304.00	4695715.00	3050275.00
6	142.93	4419.97	1227801.00	1218397.00	4696636.00	2997646.00
7	208.22	4829.03	1220296.00	1214297.00	4874927.00	3149312.00
8	175.25	4874.64	1239464.00	1224949.00	4803388.00	3133140.00
9	204.65	5023.37	1227539.00	1217962.00	4618608.00	3084549.00

10	235.02	4917.31	1220042.00	1214108.00	4452373.00	2979556.00
11	230.92	4463.87	1239751.00	1225011.00	4529714.00	3009156.00
12	176.33	5319.57	1221593.00	1215081.00	4623542.00	2960736.00
13	232.19	4630.96	1575920.00	1218436.00	6678055.00	4105857.00
14	243.01	4612.21	1232146.00	1220854.00	4537053.00	3063346.00
15	205.30	4708.24	1342568.00	1218461.00	4329752.00	2841193.00
16	226.97	4959.30	1230282.00	1220066.00	4674366.00	3115262.00
17	205.98	4888.75	1222623.00	1215460.00	4978383.00	3172812.00
18	253.97	4774.34	1238085.00	1224471.00	4629306.00	2980909.00
19	239.83	5245.79	1223644.00	1216511.00	4789038.00	3084423.00
20	249.99	4195.97	1546008.00	1220052.00	4810306.00	3102774.00
21	206.51	4897.40	1234187.00	1221957.00	4399677.00	2986360.00
22	206.30	4818.70	1228184.00	1218675.00	4594451.00	3073675.00
23	189.65	4892.44	1234654.00	1222180.00	4657078.00	2977071.00
24	181.88	4559.58	1233711.00	1221649.00	4439369.00	2923477.00
25	176.27	4744.30	1228442.00	1219069.00	4904281.00	3034203.00
26	176.23	4565.86	1222706.00	1215724.00	4559074.00	2875565.00
27	216.90	5052.77	1866866.00	1218794.00	4698659.00	3076809.00
28	199.16	5043.31	1231115.00	1220407.00	4512692.00	2958907.00
29	149.13	5215.19	1207139.00	1207157.00	1299836.00	1298204.00
30	190.96	4253.82	1228697.00	1218430.00	4540060.00	2971541.00
31	199.53	4508.99	1248859.00	1230761.00	3692718.00	2582240.00
32	225.15	4770.27	1247199.00	1228928.00	4000019.00	2918521.00
33	205.79	4868.90	1251956.00	1231725.00	3822795.00	2687055.00
34	185.83	4532.30	1253284.00	1233563.00	4191717.00	3180474.00
35	250.31	4692.14	1255898.00	1235180.00	4276554.00	2831072.00
36	179.09	4654.45	1248943.00	1229807.00	3954940.00	2829105.00
37	164.02	5174.14	1268335.00	1240777.00	3970785.00	2849723.00
38	225.93	4579.40	1241655.00	1226738.00	4032089.00	2730329.00
39	171.14	4837.30	1247266.00	1229277.00	3827962.00	2660676.00
40	218.69	4540.93	1249486.00	1230960.00	4264811.00	2817999.00
41	235.28	4660.64	1254051.00	1233328.00	4031834.00	2812367.00
42	261.61	5286.80	1243125.00	1226965.00	4062675.00	2812251.00
43	165.17	4956.97	1237959.00	1224239.00	4175661.00	2793020.00
44	204.72	4445.34	1236292.00	1223673.00	3874358.00	2762449.00
45	239.93	5119.08	1248783.00	1229648.00	3789946.00	2738580.00
46	184.46	4956.88	1242149.00	1226556.00	3743509.00	2641778.00
47	205.37	4557.92	1252164.00	1233123.00	4152539.00	2998114.00
48	195.91	4849.48	1249869.00	1230691.00	4146191.00	2807179.00
49	214.41	5325.22	1250090.00	1231058.00	3953571.00	2704498.00
50	195.21	4816.09	2823655.00	2269309.00	4582013.00	3183847.00

Tabla 28: Momento de vuelco – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Para generar las curvas de fragilidad primero corremos las 50 simulaciones en ETABS. Cada simulación arrojará una deriva máxima de entrepiso y las derivas máximas que se han obtenido son las siguientes:

Simulación	F'c	Fy	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
1	210	4200	0.003708	0.00465	0.006881	0.008257	0.008257
2	276.33	4765.1	0.007145	0.008136	0.009845	0.008240	0.009845
3	217.24	5327.53	0.004277	0.005050	0.007335	0.007611	0.007611
4	247.92	4540.97	0.004953	0.004778	0.007939	0.007885	0.007939
5	158.81	4419.97	0.003213	0.006254	0.007670	0.008578	0.008578
6	231.35	4829.03	0.000507	0.006427	0.008951	0.007674	0.008951
7	194.72	4874.64	0.003066	0.004256	0.008489	0.007760	0.008489
8	227.39	5023.37	0.003765	0.005729	0.009066	0.008555	0.009066
9	261.14	4917.31	0.008824	0.005131	0.007991	0.007753	0.008824
10	256.58	4463.87	0.008794	0.005726	0.006956	0.006960	0.008794
11	195.92	5319.57	0.003462	0.004696	0.007232	0.007649	0.007649
12	257.99	4630.96	0.006592	0.006793	0.007962	0.009397	0.009397
13	270.01	4612.21	0.007165	0.008510	0.013776	0.014260	0.01426
14	228.11	4708.24	0.003805	0.006625	0.007291	0.006982	0.007291
15	252.19	4959.3	0.004387	0.007546	0.006619	0.008249	0.008249
16	228.86	4888.75	0.003763	0.006355	0.007801	0.006570	0.007801
17	282.19	4774.34	0.007779	0.003843	0.008707	0.007800	0.008707
18	266.48	5245.79	0.006875	0.004426	0.006895	0.007895	0.007895
19	277.77	4195.97	0.007695	0.006204	0.007572	0.008309	0.008309
20	229.46	4897.4	0.003447	0.008110	0.007557	0.007320	0.00811
21	229.22	4818.7	0.003042	0.002575	0.007354	0.007728	0.007728
22	210.72	4892.44	0.005774	0.007156	0.007993	0.007876	0.007993
23	202.09	4559.58	0.005917	0.006074	0.007859	0.008332	0.008332
24	195.85	4744.3	0.007384	0.007035	0.007500	0.009161	0.009161
25	195.82	4565.86	0.000873	0.004792	0.008660	0.008378	0.00866
26	241	5052.77	0.005984	0.007009	0.007486	0.009281	0.009281
27	221.29	5043.31	0.007830	0.010215	0.007816	0.007986	0.010215
28	165.7	5215.19	0.003542	0.003701	0.007379	0.007345	0.007379
29	212.18	4253.82	0.172740	0.194447	0.077923	0.191780	0.194447
30	221.7	4508.99	0.007192	0.007454	0.007720	0.008607	0.008607
31	250.17	4770.27	0.003625	0.003124	0.005119	0.005187	0.005187
32	228.66	4868.9	0.004993	0.005283	0.006520	0.006474	0.00652
33	206.47	4532.3	0.005104	0.004883	0.005481	0.006113	0.006113
34	278.12	4692.14	0.005742	0.004407	0.008640	0.006932	0.00864
35	198.99	4654.45	0.005864	0.003552	0.005930	0.006956	0.006956

36	182.24	5174.14	0.004913	0.004891	0.006683	0.007175	0.007175
37	251.03	4579.4	0.005847	0.005703	0.007083	0.006779	0.007083
38	190.16	4837.3	0.005150	0.003428	0.005575	0.006860	0.00686
39	242.99	4540.93	0.006865	0.005857	0.005953	0.007529	0.007529
40	261.43	4660.64	0.004950	0.003666	0.006204	0.007399	0.007399
41	290.68	5286.8	0.003563	0.003284	0.005941	0.006719	0.006719
42	183.53	4956.97	0.001788	0.002284	0.005601	0.006808	0.006808
43	227.46	4445.34	0.005968	0.005046	0.007063	0.008090	0.00809
44	266.59	5119.08	0.005139	0.004626	0.005850	0.007389	0.007389
45	204.96	4956.88	0.005877	0.005553	0.005355	0.006398	0.006398
46	228.18	4557.92	0.006075	0.005331	0.005534	0.008065	0.008065
47	217.68	4849.48	0.003325	0.004237	0.006816	0.008312	0.008312
48	238.24	5325.22	0.005948	0.004907	0.006486	0.007062	0.007062
49	216.9	4816.09	0.003253	0.004332	0.005679	0.007469	0.007469
50	188.07	5175.03	0.002049	0.002271	0.005625	0.005691	0.005691

Tabla 29: Derivas máximas de entrepiso para el módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Para poder observar la tendencia de las derivas máximas de entrepiso procederemos a la gráfica de frecuencias, obtendremos la deriva máxima promedio, con la cual encontraremos el diagnostico para el estado actual del primer módulo.

Clase	Límite de clase		Frecuencias		Frecuencias Acumuladas	
	Inferior	Superior	Absolutas	Relativas	Absolutas	Relativas
1	0.005187	0.0070016	9	0.18	9	0.18
2	0.0070016	0.0088162	31	0.62	40	0.8
3	0.0088162	0.0106308	8	0.16	48	0.96
4	0.0106308	0.0124454	0	0	48	0.96
5	0.0124454	0.01426	2	0.04	50	1

Tabla 30: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo B (Fuente: Elaboración propia)

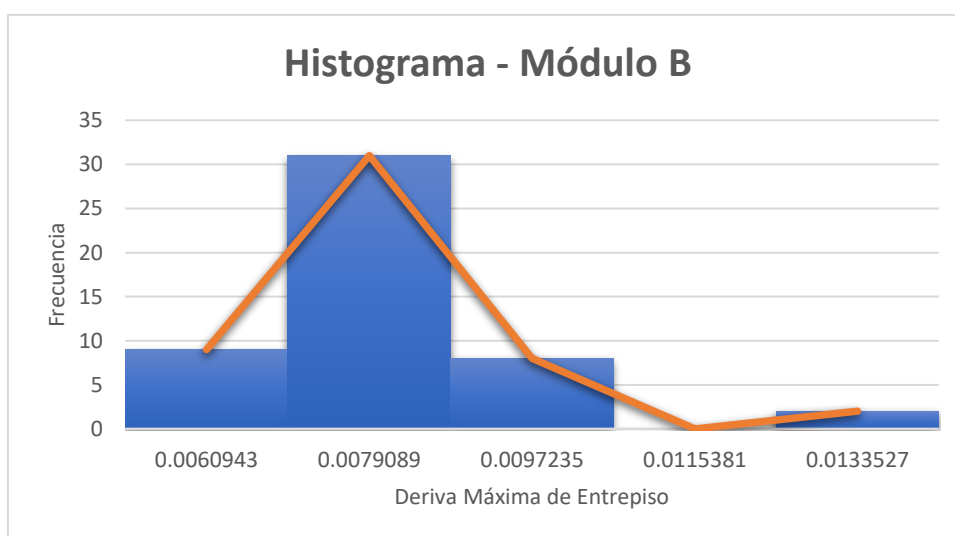


Figura 35: Histograma – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Deriva máxima media: 0.00817204

Con todos los valores de las derivas procederemos a encontrar los desplazamientos espectrales utilizando la expresión brindada por HAZUS, con esto procedemos a la gráfica de las curvas de fragilidad para los estados de daño leve, moderado, extensivo y completo.

Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
1	0.008257	0.75	125.984	0.780	1.98
2	0.009845	0.75	125.984	0.930	2.36
3	0.007611	0.75	125.984	0.719	1.83
4	0.007939	0.75	125.984	0.750	1.91
5	0.008578	0.75	125.984	0.811	2.06
6	0.008951	0.75	125.984	0.846	2.15
7	0.008489	0.75	125.984	0.802	2.04
8	0.009066	0.75	125.984	0.857	2.18
9	0.008824	0.75	125.984	0.834	2.12
10	0.008794	0.75	125.984	0.831	2.11
11	0.007649	0.75	125.984	0.723	1.84
12	0.009397	0.75	125.984	0.888	2.26
13	0.01426	0.75	125.984	1.347	3.42
14	0.007291	0.75	125.984	0.689	1.75
15	0.008249	0.75	125.984	0.779	1.98
16	0.007801	0.75	125.984	0.737	1.87
17	0.008707	0.75	125.984	0.823	2.09
18	0.007895	0.75	125.984	0.746	1.89
19	0.008309	0.75	125.984	0.785	1.99
20	0.00811	0.75	125.984	0.766	1.95
21	0.007728	0.75	125.984	0.730	1.85
22	0.007993	0.75	125.984	0.755	1.92
23	0.008332	0.75	125.984	0.787	2.00
24	0.009161	0.75	125.984	0.866	2.20
25	0.00866	0.75	125.984	0.818	2.08
26	0.009281	0.75	125.984	0.877	2.23
27	0.010215	0.75	125.984	0.965	2.45
28	0.007379	0.75	125.984	0.697	1.77
29	0.194447	0.75	125.984	18.373	46.67
30	0.008607	0.75	125.984	0.813	2.07
31	0.005187	0.75	125.984	0.490	1.24
32	0.00652	0.75	125.984	0.616	1.56
33	0.006113	0.75	125.984	0.578	1.47

34	0.00864	0.75	125.984	0.816	2.07
35	0.006956	0.75	125.984	0.657	1.67
36	0.007175	0.75	125.984	0.678	1.72
37	0.007083	0.75	125.984	0.669	1.70
38	0.00686	0.75	125.984	0.648	1.65
39	0.007529	0.75	125.984	0.711	1.81
40	0.007399	0.75	125.984	0.699	1.78
41	0.006719	0.75	125.984	0.635	1.61
42	0.006808	0.75	125.984	0.643	1.63
43	0.00809	0.75	125.984	0.764	1.94
44	0.007389	0.75	125.984	0.698	1.77
45	0.006398	0.75	125.984	0.605	1.54
46	0.008065	0.75	125.984	0.762	1.94
47	0.008312	0.75	125.984	0.785	1.99
48	0.007062	0.75	125.984	0.667	1.69
49	0.007469	0.75	125.984	0.706	1.79
50	0.005691	0.75	125.984	0.538	1.37

Tabla 31: Desplazamientos espectrales para el módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Los valores para las curvas se muestran a continuación:

Desp. Espectral	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
0.4901093	-1.5980	0.055022752	-2.3838	0.008568175	-3.7986	7.27507E-05	-4.0489	2.57322E-05
0.5377312	-1.4655	0.071390024	-2.2513	0.012183366	-3.6662	0.000123114	-3.9447	3.99527E-05
0.5776051	-1.3633	0.086389515	-2.1491	0.015812884	-3.5640	0.000182648	-3.8643	5.57017E-05
0.6045342	-1.2982	0.097103885	-2.0840	0.018579535	-3.4989	0.000233619	-3.8131	6.86142E-05
0.6160618	-1.2712	0.101820327	-2.0570	0.019841773	-3.4719	0.000258411	-3.7919	7.47533E-05
0.6348649	-1.2283	0.109667665	-2.0141	0.022000676	-3.4289	0.000302979	-3.7581	8.5602E-05
0.6432743	-1.2095	0.113235638	-1.9953	0.023006215	-3.4101	0.000324654	-3.7433	9.08019E-05
0.6481877	-1.1986	0.115336173	-1.9844	0.023605121	-3.3993	0.000337837	-3.7348	9.39428E-05
0.6572585	-1.1788	0.119243763	-1.9646	0.024732817	-3.3794	0.000363206	-3.7192	9.99445E-05
0.6672743	-1.1572	0.123601384	-1.9430	0.026011049	-3.3578	0.000392818	-3.7022	0.000106884
0.6692585	-1.1529	0.124469852	-1.9387	0.026268388	-3.3536	0.000398889	-3.6988	0.000108299
0.6779514	-1.1345	0.128293999	-1.9203	0.027411711	-3.3351	0.0004263	-3.6843	0.000114654
0.688912	-1.1116	0.133159132	-1.8974	0.02889011	-3.3122	0.000462799	-3.6663	0.000123039
0.697227	-1.0944	0.136880581	-1.8802	0.03003888	-3.2951	0.000491972	-3.6528	0.000129684
0.6981718	-1.0925	0.137305083	-1.8783	0.030170901	-3.2931	0.00049537	-3.6513	0.000130455
0.6991167	-1.0906	0.137729908	-1.8764	0.030303223	-3.2912	0.000498785	-3.6498	0.00013123
0.7057309	-1.0771	0.140712556	-1.8629	0.031237891	-3.2778	0.000523173	-3.6392	0.00013674
0.7114002	-1.0657	0.143281152	-1.8515	0.032050711	-3.2663	0.000544758	-3.6302	0.000141592
0.7191482	-1.0502	0.146808825	-1.8360	0.033178901	-3.2509	0.000575294	-3.6180	0.000148419
0.7227387	-1.0431	0.148450122	-1.8289	0.033708477	-3.2437	0.000589858	-3.6124	0.00015166

0.7302033	-1.0284	0.151874994	-1.8142	0.034823054	-3.2291	0.000620988	-3.6009	0.000158557
0.7371009	-1.0150	0.155054407	-1.8008	0.035869237	-3.2156	0.000650794	-3.5903	0.000165124
0.7459828	-0.9979	0.159168118	-1.7837	0.037239205	-3.1985	0.000690678	-3.5769	0.000173859
0.7501402	-0.9899	0.161100948	-1.7757	0.037889238	-3.1906	0.00070994	-3.5706	0.000178057
0.7552426	-0.9803	0.163479113	-1.7660	0.038694602	-3.1809	0.000734104	-3.5630	0.000183306
0.7620457	-0.9674	0.166659979	-1.7532	0.039781369	-3.1681	0.000767236	-3.5529	0.000190473
0.7644079	-0.9630	0.167767018	-1.7488	0.040162162	-3.1637	0.000778986	-3.5495	0.000193006
0.7662977	-0.9595	0.168653576	-1.7453	0.040468069	-3.1601	0.000788479	-3.5467	0.00019505
0.7794315	-0.9352	0.174836891	-1.7210	0.042625166	-3.1359	0.000856761	-3.5276	0.000209674
0.7801874	-0.9338	0.175193873	-1.7196	0.042750957	-3.1345	0.000860815	-3.5265	0.000210539
0.7851008	-0.9249	0.177517034	-1.7106	0.043572922	-3.1255	0.000887501	-3.5195	0.000216217
0.7853843	-0.9244	0.177651207	-1.7101	0.043620571	-3.1250	0.000889058	-3.5190	0.000216548
0.787274	-0.9209	0.17854609	-1.7067	0.043938866	-3.1216	0.000899491	-3.5163	0.000218763
0.8021086	-0.8943	0.185593562	-1.6800	0.046475507	-3.0949	0.000984437	-3.4954	0.000236699
0.8105181	-0.8794	0.189605086	-1.6651	0.047943113	-3.0800	0.001035044	-3.4837	0.000247308
0.8132582	-0.8745	0.190914565	-1.6603	0.048425901	-3.0752	0.001051924	-3.4799	0.000250835
0.8163763	-0.8691	0.192406	-1.6548	0.048978001	-3.0697	0.001071369	-3.4756	0.000254891
0.8182661	-0.8658	0.193310572	-1.6515	0.049314011	-3.0664	0.001083277	-3.4730	0.000257371
0.822707	-0.8580	0.195438247	-1.6438	0.050107789	-3.0587	0.001111629	-3.4669	0.000263264
0.8309275	-0.8438	0.199383452	-1.6296	0.051592396	-3.0445	0.001165487	-3.4557	0.00027442
0.8337621	-0.8390	0.200745773	-1.6247	0.052108894	-3.0396	0.001184478	-3.4519	0.000278341
0.8457621	-0.8185	0.206522708	-1.6043	0.05432104	-3.0192	0.001267292	-3.4358	0.00029537
0.8566282	-0.8003	0.211765857	-1.5861	0.056359491	-3.0009	0.001345716	-3.4215	0.000311399
0.8656046	-0.7854	0.216104432	-1.5712	0.058068342	-2.9861	0.001413017	-3.4098	0.000325084
0.8769431	-0.7668	0.221592469	-1.5526	0.06025858	-2.9675	0.001501348	-3.3952	0.000342953
0.8879037	-0.7491	0.22690404	-1.5349	0.062408866	-2.9497	0.001590324	-3.3812	0.000360856
0.9302344	-0.6825	0.247446146	-1.4683	0.071007464	-2.8832	0.001968386	-3.3289	0.000436002
0.9651949	-0.6298	0.264398553	-1.4156	0.078442841	-2.8305	0.002323918	-3.2874	0.000505563
1.3473989	-0.1533	0.439092606	-0.9391	0.173852366	-2.3539	0.009288655	-2.9126	0.001792285
18.372908	3.5792	0.99982765	2.7934	0.997391978	1.3785	0.915979273	0.0230	0.509190744

Tabla 32: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo B (Fuente: Elaboración propia)

Las curvas de fragilidad para el Módulo B, se muestran a continuación:

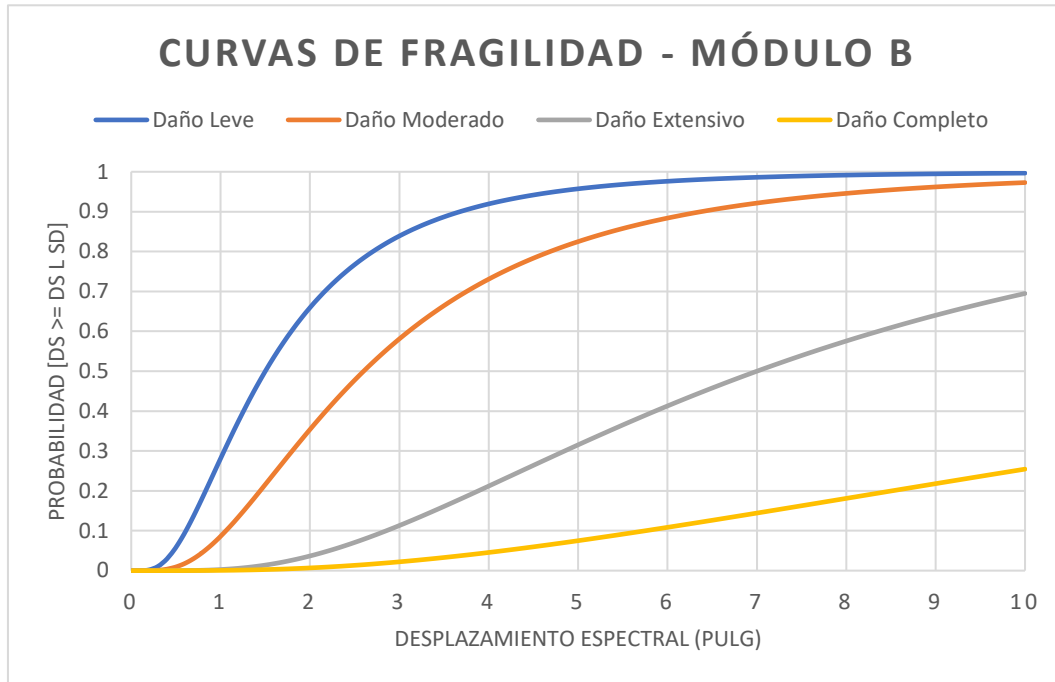


Figura 36: Curvas de fragilidad – Módulo B (Fuente: Elaboración propia)

El estado actual del módulo B se mostrará en el apartado de discusión de resultados.

6. RESULTADOS DEL MÓDULO C

A parte de la deriva máxima de entrepiso el ensayo nos brindó los resultados siguientes: Desplazamiento máximo de piso (m), Cortante por piso (Kg-f) y Momento de vuelco (Kg-f). Los valores son muy confiables y se muestran a continuación:

Sim.	Prop. Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	F'c (Kg/cm ²)	Fy (Kg/cm ²)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	0.030157	0.024885	0.02787	0.025946
2	141.94	4551.39	0.033496	0.034998	0.04127	0.029315
3	248.70	4765.10	0.025046	0.023003	0.030157	0.027854
4	195.52	5327.53	0.029175	0.02801	0.024899	0.032063
5	223.13	4540.97	0.07323	0.047012	0.028482	0.024995
6	142.93	4419.97	0.037393	0.028592	0.032823	0.030751
7	208.22	4829.03	0.119277	0.095544	0.025074	0.026729
8	175.25	4874.64	0.028369	0.02984	0.027226	0.031922
9	204.65	5023.37	0.02588	0.027345	0.023412	0.029103
10	235.02	4917.31	0.028286	0.024688	0.026672	0.02553
11	230.92	4463.87	0.027802	0.024939	0.025867	0.025705
12	176.33	5319.57	0.02708	0.034537	0.030811	0.027198
13	232.19	4630.96	0.022453	0.028208	0.028091	0.02186
14	243.01	4612.21	0.027295	0.027096	0.022922	0.022929

15	205.30	4708.24	0.030557	0.027649	0.023241	0.024352
16	226.97	4959.30	0.028713	0.026045	0.024574	0.025347
17	205.98	4888.75	0.028835	0.029625	0.031109	0.026186
18	253.97	4774.34	0.02942	0.022191	0.026545	0.025095
19	239.83	5245.79	0.027615	0.021925	0.02796	0.026985
20	249.99	4195.97	0.02739	0.02521	0.024346	0.021099
21	206.51	4897.40	0.029189	0.026552	0.027887	0.026711
22	206.30	4818.70	0.025123	0.026729	0.026846	0.02793
23	189.65	4892.44	0.032075	0.029024	0.028142	0.03269
24	181.88	4559.58	0.0305	0.032241	0.029924	0.029563
25	176.27	4744.30	0.027627	0.029195	0.030859	0.028945
26	176.23	4565.86	0.021164	0.021817	0.025649	0.025282
27	216.90	5052.77	0.028941	0.026647	0.02582	0.027492
28	199.16	5043.31	0.02898	0.027826	0.026976	0.026742
29	149.13	5215.19	0.0332	0.035724	0.036236	0.030079
30	190.96	4253.82	0.028147	0.02907	0.029793	0.027967
31	199.53	4508.99	0.024614	0.023176	0.027118	0.026325
32	225.15	4770.27	0.023803	0.023068	0.023947	0.022147
33	205.79	4868.90	0.024052	0.023486	0.02573	0.021592
34	185.83	4532.30	0.027694	0.022258	0.024612	0.027631
35	250.31	4692.14	0.022227	0.02231	0.014204	0.028641
36	179.09	4654.45	0.028274	0.024104	0.026427	0.026884
37	164.02	5174.14	0.02619	0.026607	0.028102	0.030411
38	225.93	4579.40	0.020816	0.02192	0.02596	0.019755
39	171.14	4837.30	0.031509	0.028014	0.029117	0.027884
40	218.69	4540.93	0.025511	0.025587	0.025356	0.023228
41	235.28	4660.64	0.021007	0.026557	0.023797	0.024171
42	261.61	5286.80	0.025002	0.022658	0.023635	0.022349
43	165.17	4956.97	0.026442	0.026579	0.030939	0.027402
44	204.72	4445.34	0.028048	0.026272	0.029309	0.023229
45	239.93	5119.08	0.024305	0.021869	0.019969	0.024511
46	184.46	4956.88	0.026148	0.024493	0.028	0.025659
47	205.37	4557.92	0.026579	0.019636	0.026666	0.02575
48	195.91	4849.48	0.026096	0.028466	0.027474	0.026599
49	214.41	5325.22	0.025259	0.024606	0.026392	0.026179
50	195.21	4816.09	0.02588	0.029625	0.023157	0.021039

Tabla 33: Desplazamiento máximo por piso – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Cortante por piso (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm2)	Fy (Kg/cm2)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	786815.00	786786.00	910235.00	910194.00
2	141.94	4551.39	808932.00	808899.00	666440.00	666426.00
3	248.70	4765.10	696977.00	696945.00	895405.00	895369.00
4	195.52	5327.53	862521.00	862482.00	846716.00	846681.00
5	223.13	4540.97	1163681.00	1163630.00	796306.00	796275.00
6	142.93	4419.97	763341.00	763307.00	804464.00	804439.00
7	208.22	4829.03	1841305.00	1841236.00	839258.00	839222.00
8	175.25	4874.64	820262.00	820225.00	851763.00	851727.00
9	204.65	5023.37	861156.00	861112.00	863558.00	863525.00
10	235.02	4917.31	787618.00	787583.00	737447.00	737428.00
11	230.92	4463.87	860816.00	860780.00	823843.00	823812.00
12	176.33	5319.57	904026.00	903985.00	763168.00	763143.00
13	232.19	4630.96	919445.00	919407.00	785843.00	785810.00
14	243.01	4612.21	872546.00	872510.00	827977.00	827945.00
15	205.30	4708.24	731233.00	731205.00	810586.00	810558.00
16	226.97	4959.30	789510.00	789477.00	776453.00	776428.00
17	205.98	4888.75	832703.00	832667.00	810259.00	810230.00
18	253.97	4774.34	841518.00	841479.00	807848.00	807823.00
19	239.83	5245.79	773735.00	773702.00	849821.00	849787.00
20	249.99	4195.97	774404.00	774373.00	805004.00	804972.00
21	206.51	4897.40	830889.00	830853.00	782297.00	782270.00
22	206.30	4818.70	863104.00	863070.00	801673.00	801645.00
23	189.65	4892.44	835938.00	835901.00	886744.00	886708.00
24	181.88	4559.58	856013.00	855975.00	818952.00	818924.00
25	176.27	4744.30	796955.00	796920.00	782024.00	781996.00
26	176.23	4565.86	771183.00	771150.00	876620.00	876590.00
27	216.90	5052.77	800401.00	800366.00	862117.00	862085.00
28	199.16	5043.31	842738.00	842702.00	781792.00	781765.00
29	149.13	5215.19	869190.00	869156.00	737036.00	737017.00
30	190.96	4253.82	899559.00	899522.00	793852.00	793823.00
31	199.53	4508.99	592052.00	592028.00	690974.00	690954.00
32	225.15	4770.27	647723.00	647703.00	665484.00	665468.00
33	205.79	4868.90	629667.00	629652.00	666805.00	666783.00
34	185.83	4532.30	531994.00	531973.00	744038.00	744019.00
35	250.31	4692.14	572948.00	572931.00	836127.00	836102.00
36	179.09	4654.45	746342.00	746317.00	684288.00	684268.00
37	164.02	5174.14	588718.00	588697.00	687682.00	687665.00
38	225.93	4579.40	539675.00	539653.00	611928.00	611910.00
39	171.14	4837.30	714966.00	714938.00	664570.00	664556.00
40	218.69	4540.93	608424.00	608402.00	664032.00	664009.00

41	235.28	4660.64	721259.00	721230.00	690743.00	690726.00
42	261.61	5286.80	632884.00	632869.00	683840.00	683818.00
43	165.17	4956.97	584955.00	584937.00	672258.00	672244.00
44	204.72	4445.34	694928.00	694904.00	646229.00	646253.00
45	239.93	5119.08	627223.00	627209.00	688485.00	688467.00
46	184.46	4956.88	559320.00	559301.00	721630.00	721610.00
47	205.37	4557.92	527225.00	527208.00	679856.00	679837.00
48	195.91	4849.48	710265.00	710235.00	666052.00	666033.00
49	214.41	5325.22	632888.00	632867.00	736361.00	736346.00
50	195.21	4816.09	783724.00	783698.00	603275.00	603301.00

Tabla 34: Cortante por piso – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Sim.	Prop. Mecánicas		Momento de vuelco (Kg-f)			
	F'c (Kg/cm ²)	Fy (Kg/cm ²)	En dirección X		En dirección Y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210.00	4200.00	5177679.00	5044740.00	9660810.00	7054506.00
2	141.94	4551.39	5211425.00	5029888.00	10069510.00	7285080.00
3	248.70	4765.10	5203930.00	5049818.00	10134404.00	7199748.00
4	195.52	5327.53	5247059.00	5079220.00	9244824.00	6874071.00
5	223.13	4540.97	5403293.00	5201211.00	9722750.00	7067715.00
6	142.93	4419.97	5582675.00	5429799.00	9526631.00	7446090.00
7	208.22	4829.03	8405270.00	5008818.00	9282421.00	6923646.00
8	175.25	4874.64	5216969.00	5037335.00	9300100.00	6850746.00
9	204.65	5023.37	5182592.00	5009859.00	9250895.00	6745325.00
10	235.02	4917.31	5169848.00	5010087.00	9594750.00	7008115.00
11	230.92	4463.87	5234077.00	5036723.00	9522679.00	6977332.00
12	176.33	5319.57	5246830.00	5038842.00	9583002.00	7085773.00
13	232.19	4630.96	5218030.00	5024450.00	9676480.00	7089838.00
14	243.01	4612.21	5232021.00	5036977.00	9210944.00	6896522.00
15	205.30	4708.24	5268146.00	5067754.00	9031709.00	6824712.00
16	226.97	4959.30	5200229.00	5020363.00	9505953.00	6854844.00
17	205.98	4888.75	5183100.00	5011904.00	9983898.00	7117355.00
18	253.97	4774.34	5603030.00	5412969.00	10207504.00	7434878.00
19	239.83	5245.79	5189300.00	5042596.00	9740100.00	7060043.00
20	249.99	4195.97	5191628.00	5039999.00	9438171.00	6880257.00
21	206.51	4897.40	5167190.00	5042802.00	9850993.00	7029297.00
22	206.30	4818.70	5306291.00	5103886.00	9486856.00	6959044.00
23	189.65	4892.44	5219083.00	5052533.00	9637708.00	6919275.00
24	181.88	4559.58	5266002.00	5066657.00	9598665.00	6978985.00
25	176.27	4744.30	5154753.00	5004438.00	9544156.00	7013000.00
26	176.23	4565.86	5379044.00	5084224.00	9818934.00	7106916.00
27	216.90	5052.77	5167130.00	5006802.00	9383834.00	7024097.00
28	199.16	5043.31	5231010.00	5055503.00	9299386.00	7033337.00

29	149.13	5215.19	5334784.00	5089479.00	9744459.00	7162383.00
30	190.96	4253.82	5193692.00	5015942.00	9570087.00	7042139.00
31	199.53	4508.99	5217936.00	5046681.00	9062126.00	7004564.00
32	225.15	4770.27	5250319.00	5068952.00	9061135.00	6937949.00
33	205.79	4868.90	5284146.00	5078157.00	9259962.00	6923211.00
34	185.83	4532.30	5304201.00	5061660.00	8806043.00	6824785.00
35	250.31	4692.14	5283396.00	5062717.00	8293752.00	6457643.00
36	179.09	4654.45	5216853.00	5007860.00	9088501.00	6920745.00
37	164.02	5174.14	5224456.00	5060907.00	8911124.00	6931594.00
38	225.93	4579.40	5252335.00	5054215.00	9219245.00	7022437.00
39	171.14	4837.30	5256696.00	5063374.00	9267832.00	7029209.00
40	218.69	4540.93	5226907.00	5025003.00	9069586.00	6983971.00
41	235.28	4660.64	5196163.00	5018606.00	9145138.00	6912301.00
42	261.61	5286.80	5250052.00	5045360.00	9129252.00	7016691.00
43	165.17	4956.97	5228303.00	5070297.00	9205130.00	7074173.00
44	204.72	4445.34	5246251.00	5023841.00	9507317.00	7114194.00
45	239.93	5119.08	5304453.00	5097977.00	8787369.00	6788243.00
46	184.46	4956.88	5200095.00	5027134.00	9215468.00	6976239.00
47	205.37	4557.92	5330486.00	5074572.00	9189464.00	6986943.00
48	195.91	4849.48	5304452.00	5081313.00	9268307.00	7033440.00
49	214.41	5325.22	5296822.00	5056185.00	9125620.00	7054890.00
50	195.21	4816.09	5202237.00	5026646.00	8928851.00	6812592.00

Tabla 35: Momento de vuelco – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Para generar las curvas de fragilidad primero corremos las 50 simulaciones en ETABS. Cada simulación arrojará una deriva máxima de entrepiso y las derivas máximas que se han obtenido son las siguientes:

Simulación	F'c	Fy	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
1	210	4200	0.003793	0.00315	0.003592	0.003231	0.003793
2	276.33	4765.1	0.004208	0.00441	0.005751	0.003855	0.005751
3	217.24	5327.53	0.003156	0.00291	0.003831	0.003548	0.003831
4	247.92	4540.97	0.003674	0.003536	0.003223	0.004223	0.004223
5	158.81	4419.97	0.009849	0.006028	0.003657	0.003096	0.009849
6	231.35	4829.03	0.00468	0.003635	0.004714	0.003817	0.004714
7	194.72	4874.64	0.015625	0.012739	0.00325	0.003629	0.015625
8	227.39	5023.37	0.003603	0.003759	0.003433	0.00421	0.00421
9	261.14	4917.31	0.003289	0.003447	0.002893	0.003587	0.003587
10	256.58	4463.87	0.003546	0.003122	0.003524	0.003341	0.003546
11	195.92	5319.57	0.003488	0.003164	0.003325	0.003286	0.003488
12	257.99	4630.96	0.00343	0.004336	0.004121	0.003378	0.004336

13	270.01	4612.21	0.00281	0.003548	0.003743	0.002707	0.003743
14	228.11	4708.24	0.003438	0.003421	0.002969	0.002868	0.003438
15	252.19	4959.3	0.003846	0.003506	0.002972	0.003233	0.003846
16	228.86	4888.75	0.003615	0.003293	0.003203	0.003251	0.003615
17	282.19	4774.34	0.003613	0.00375	0.003894	0.003261	0.003894
18	266.48	5245.79	0.003707	0.002823	0.003345	0.003327	0.003707
19	277.77	4195.97	0.003447	0.002787	0.003535	0.003381	0.003535
20	229.46	4897.4	0.003428	0.003156	0.003047	0.002619	0.003428
21	229.22	4818.7	0.003663	0.003351	0.003964	0.003459	0.003964
22	210.72	4892.44	0.003188	0.003394	0.00337	0.003603	0.003603
23	202.09	4559.58	0.00404	0.003653	0.003747	0.00432	0.00432
24	195.85	4744.3	0.003856	0.004067	0.003795	0.00383	0.004067
25	195.82	4565.86	0.003505	0.003685	0.004032	0.003865	0.004032
26	241	5052.77	0.002704	0.00277	0.003354	0.00343	0.00343
27	221.29	5043.31	0.003643	0.003365	0.003498	0.003481	0.003643
28	165.7	5215.19	0.00366	0.003518	0.003733	0.00345	0.003733
29	212.18	4253.82	0.004195	0.00449	0.0049	0.003848	0.0049
30	221.7	4508.99	0.003558	0.003676	0.003826	0.003616	0.003826
31	250.17	4770.27	0.003084	0.002932	0.003764	0.003591	0.003764
32	228.66	4868.9	0.003025	0.002913	0.003358	0.002892	0.003358
33	206.47	4532.3	0.003033	0.002972	0.00332	0.002989	0.00332
34	278.12	4692.14	0.003493	0.002827	0.003308	0.003891	0.003891
35	198.99	4654.45	0.002779	0.002805	0.001936	0.003741	0.003741
36	182.24	5174.14	0.00362	0.003042	0.003543	0.003576	0.00362
37	251.03	4579.4	0.00332	0.003359	0.003816	0.004079	0.004079
38	190.16	4837.3	0.002614	0.002759	0.003543	0.002612	0.003543
39	242.99	4540.93	0.003956	0.003524	0.004154	0.003766	0.004154
40	261.43	4660.64	0.00319	0.003201	0.003459	0.003066	0.003459
41	290.68	5286.8	0.002667	0.003358	0.003018	0.003295	0.003358
42	183.53	4956.97	0.003115	0.002857	0.003202	0.003112	0.003202
43	227.46	4445.34	0.003327	0.003327	0.004276	0.003722	0.004276
44	266.59	5119.08	0.003495	0.003327	0.003873	0.00313	0.003873
45	204.96	4956.88	0.003059	0.002748	0.002629	0.003396	0.003396
46	228.18	4557.92	0.003294	0.003094	0.003734	0.003329	0.003734
47	217.68	4849.48	0.003336	0.002519	0.003643	0.003374	0.003643
48	238.24	5325.22	0.003272	0.003571	0.003688	0.003682	0.003688
49	216.9	4816.09	0.003151	0.003102	0.003711	0.003301	0.003711
50	188.07	5175.03	0.003245	0.003731	0.003008	0.002992	0.003731

Tabla 36: Derivas máximas de entrepiso para el módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Para poder observar la tendencia de las derivas máximas de entrepiso procederemos a la gráfica de frecuencias, obtendremos la deriva máxima promedio, con la cual encontraremos el diagnostico para el estado actual del primer módulo.

Clase	Límite de clase		Frecuencias		Frecuencias Acumuladas	
	Inferior	Superior	Absolutas	Relativas	Absolutas	Relativas
1	0.003202	0.0056866	47	47	0.94	0.94
2	0.0056866	0.0081712	1	48	0.02	0.96
3	0.0081712	0.0106558	1	49	0.02	0.98
4	0.0106558	0.0131404	0	49	0.00	0.98
5	0.0131404	0.015625	1	50	0.02	1

Tabla 37: Tabla de frecuencias para las derivas del módulo C (Fuente: Elaboración propia)

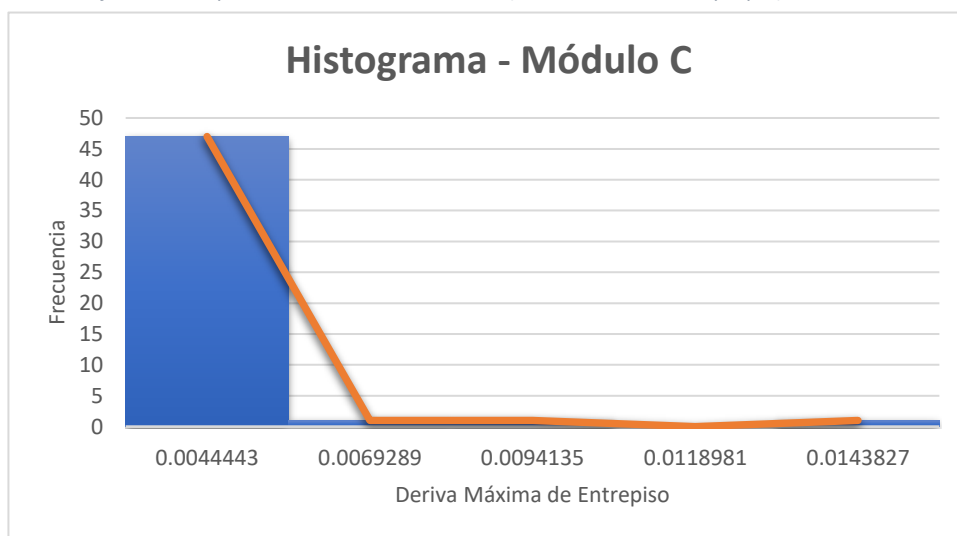


Figura 37: Histograma – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Deriva máxima promedio: 0.00418436

Con todos los valores de las derivas procederemos a encontrar los desplazamientos espectrales utilizando la expresión brindada por HAZUS, con esto procedemos a la gráfica de las curvas de fragilidad para los estados de daño leve, moderado, extensivo y completo.

Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
1	0.003202	0.75	125.984	0.303	0.77
2	0.00332	0.75	125.984	0.314	0.80
3	0.003358	0.75	125.984	0.317	0.81
4	0.003358	0.75	125.984	0.317	0.81
5	0.003396	0.75	125.984	0.321	0.82
6	0.003428	0.75	125.984	0.324	0.82

7	0.00343	0.75	125.984	0.324	0.82
8	0.003438	0.75	125.984	0.325	0.83
9	0.003459	0.75	125.984	0.327	0.83
10	0.003488	0.75	125.984	0.330	0.84
11	0.003535	0.75	125.984	0.334	0.85
12	0.003543	0.75	125.984	0.335	0.85
13	0.003546	0.75	125.984	0.335	0.85
14	0.003587	0.75	125.984	0.339	0.86
15	0.003603	0.75	125.984	0.340	0.86
16	0.003615	0.75	125.984	0.342	0.87
17	0.00362	0.75	125.984	0.342	0.87
18	0.003643	0.75	125.984	0.344	0.87
19	0.003643	0.75	125.984	0.344	0.87
20	0.003688	0.75	125.984	0.348	0.89
21	0.003707	0.75	125.984	0.350	0.89
22	0.003711	0.75	125.984	0.351	0.89
23	0.003731	0.75	125.984	0.353	0.90
24	0.003733	0.75	125.984	0.353	0.90
25	0.003734	0.75	125.984	0.353	0.90
26	0.003741	0.75	125.984	0.353	0.90
27	0.003743	0.75	125.984	0.354	0.90
28	0.003764	0.75	125.984	0.356	0.90
29	0.003793	0.75	125.984	0.358	0.91
30	0.003826	0.75	125.984	0.362	0.92
31	0.003831	0.75	125.984	0.362	0.92
32	0.003846	0.75	125.984	0.363	0.92
33	0.003873	0.75	125.984	0.366	0.93
34	0.003891	0.75	125.984	0.368	0.93
35	0.003894	0.75	125.984	0.368	0.93
36	0.003964	0.75	125.984	0.375	0.95
37	0.004032	0.75	125.984	0.381	0.97
38	0.004067	0.75	125.984	0.384	0.98
39	0.004079	0.75	125.984	0.385	0.98
40	0.004154	0.75	125.984	0.393	1.00
41	0.00421	0.75	125.984	0.398	1.01
42	0.004223	0.75	125.984	0.399	1.01
43	0.004276	0.75	125.984	0.404	1.03
44	0.00432	0.75	125.984	0.408	1.04
45	0.004336	0.75	125.984	0.410	1.04
46	0.004714	0.75	125.984	0.445	1.13
47	0.0049	0.75	125.984	0.463	1.18
48	0.005751	0.75	125.984	0.543	1.38
49	0.009849	0.75	125.984	0.931	2.36

50	0.015625	0.75	125.984	1.476	3.75
-----------	----------	------	---------	-------	------

Tabla 38: Desplazamientos espectrales para el módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Los valores para las curvas se muestran a continuación:

Desp. Espectral	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
0.3025506	-2.2871	0.011095	-3.0729	0.001060	-4.4877	3.599E-06	-4.5909	2.207E-06
0.3137002	-2.2354	0.012695	-3.0212	0.001259	-4.4360	4.581E-06	-4.5502	2.680E-06
0.3172907	-2.2191	0.013238	-3.0049	0.001328	-4.4198	4.940E-06	-4.5374	2.847E-06
0.3172907	-2.2191	0.013238	-3.0049	0.001328	-4.4198	4.940E-06	-4.5374	2.847E-06
0.3208812	-2.2031	0.013795	-2.9889	0.001400	-4.4037	5.321E-06	-4.5248	3.023E-06
0.3239049	-2.1897	0.014274	-2.9755	0.001463	-4.3903	5.660E-06	-4.5142	3.177E-06
0.3240938	-2.1888	0.014304	-2.9746	0.001467	-4.3895	5.681E-06	-4.5136	3.187E-06
0.3248497	-2.1855	0.014426	-2.9713	0.001483	-4.3861	5.769E-06	-4.5110	3.227E-06
0.326834	-2.1768	0.014747	-2.9626	0.001525	-4.3774	6.004E-06	-4.5041	3.332E-06
0.3295741	-2.1649	0.015198	-2.9507	0.001585	-4.3655	6.341E-06	-4.4947	3.483E-06
0.3340151	-2.1458	0.015946	-2.9315	0.001686	-4.3464	6.920E-06	-4.4797	3.737E-06
0.334771	-2.1425	0.016075	-2.9283	0.001704	-4.3432	7.022E-06	-4.4772	3.782E-06
0.3350544	-2.1413	0.016124	-2.9271	0.001711	-4.3420	7.061E-06	-4.4762	3.799E-06
0.3389285	-2.1249	0.016797	-2.9107	0.001803	-4.3255	7.608E-06	-4.4633	4.035E-06
0.3404403	-2.1185	0.017065	-2.9043	0.001840	-4.3192	7.831E-06	-4.4583	4.131E-06
0.3415741	-2.1138	0.017266	-2.8996	0.001868	-4.3144	8.001E-06	-4.4546	4.203E-06
0.3420466	-2.1118	0.017351	-2.8976	0.001880	-4.3125	8.073E-06	-4.4530	4.234E-06
0.3442198	-2.1028	0.017743	-2.8886	0.001935	-4.3034	8.410E-06	-4.4459	4.376E-06
0.3442198	-2.1028	0.017743	-2.8886	0.001935	-4.3034	8.410E-06	-4.4459	4.376E-06
0.3484717	-2.0852	0.018524	-2.8710	0.002046	-4.2859	9.101E-06	-4.4321	4.666E-06
0.350267	-2.0779	0.018860	-2.8637	0.002094	-4.2785	9.407E-06	-4.4263	4.793E-06
0.350645	-2.0764	0.018931	-2.8621	0.002104	-4.2770	9.472E-06	-4.4251	4.820E-06
0.3525347	-2.0687	0.019288	-2.8545	0.002156	-4.2693	9.804E-06	-4.4191	4.956E-06
0.3527237	-2.0679	0.019324	-2.8537	0.002161	-4.2685	9.838E-06	-4.4185	4.970E-06
0.3528182	-2.0675	0.019342	-2.8533	0.002163	-4.2682	9.855E-06	-4.4182	4.977E-06
0.3534796	-2.0648	0.019469	-2.8506	0.002182	-4.2655	9.973E-06	-4.4161	5.026E-06
0.3536686	-2.0641	0.019505	-2.8499	0.002187	-4.2647	1.001E-05	-4.4155	5.040E-06
0.3556528	-2.0561	0.019887	-2.8419	0.002242	-4.2567	1.037E-05	-4.4092	5.188E-06
0.358393	-2.0451	0.020421	-2.8309	0.002321	-4.2458	1.089E-05	-4.4006	5.399E-06
0.3615111	-2.0328	0.021039	-2.8185	0.002412	-4.2334	1.151E-05	-4.3908	5.646E-06
0.3619835	-2.0309	0.021133	-2.8167	0.002426	-4.2315	1.161E-05	-4.3894	5.684E-06
0.3634008	-2.0253	0.021418	-2.8111	0.002469	-4.2259	1.190E-05	-4.3850	5.800E-06
0.365952	-2.0153	0.021936	-2.8011	0.002546	-4.2159	1.244E-05	-4.3771	6.013E-06
0.3676528	-2.0087	0.022285	-2.7945	0.002599	-4.2093	1.281E-05	-4.3719	6.159E-06
0.3679363	-2.0076	0.022344	-2.7934	0.002608	-4.2082	1.287E-05	-4.3710	6.183E-06
0.3745504	-1.9821	0.023732	-2.7679	0.002821	-4.1828	1.440E-05	-4.3510	6.776E-06

0.3809756	-1.9578	0.025125	-2.7436	0.003038	-4.1585	1.602E-05	-4.3319	7.391E-06
0.3842827	-1.9455	0.025858	-2.7313	0.003155	-4.1461	1.691E-05	-4.3222	7.724E-06
0.3854166	-1.9413	0.026112	-2.7271	0.003195	-4.1419	1.722E-05	-4.3189	7.841E-06
0.3925032	-1.9153	0.027730	-2.7010	0.003456	-4.1159	1.928E-05	-4.2984	8.601E-06
0.3977945	-1.8961	0.028972	-2.6819	0.003660	-4.0968	2.095E-05	-4.2834	9.205E-06
0.3990228	-1.8917	0.029264	-2.6775	0.003709	-4.0924	2.135E-05	-4.2799	9.349E-06
0.4040307	-1.8739	0.030472	-2.6597	0.003911	-4.0745	2.305E-05	-4.2659	9.956E-06
0.4081882	-1.8593	0.031494	-2.6451	0.004084	-4.0599	2.455E-05	-4.2544	1.048E-05
0.4097	-1.8540	0.031870	-2.6398	0.004148	-4.0546	2.511E-05	-4.2502	1.068E-05
0.4454164	-1.7346	0.041407	-2.5204	0.005862	-3.9352	4.156E-05	-4.1563	1.617E-05
0.4629912	-1.6793	0.046546	-2.4651	0.006849	-3.8799	5.224E-05	-4.1128	1.954E-05
0.5434005	-1.4505	0.073455	-2.2363	0.012666	-3.6512	1.305E-04	-3.9329	4.196E-05
0.9306123	-0.6820	0.247630	-1.4677	0.071086	-2.8826	1.972E-03	-3.3284	4.367E-04
1.476375	-0.0227	0.490953	-0.8085	0.209413	-2.2233	1.310E-02	-2.8099	2.478E-03

Tabla 39: Valores de probabilidad para curvas de fragilidad del módulo C (Fuente: Elaboración propia)

Las curvas de fragilidad para el Módulo B, se muestran a continuación:

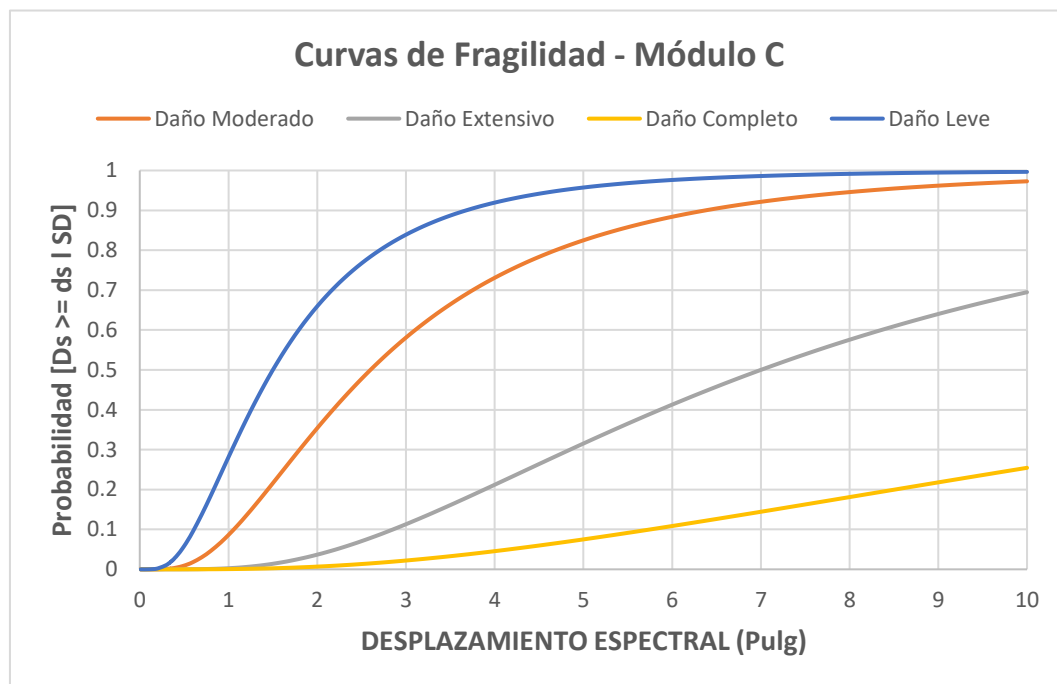


Figura 38: Curvas de Fragilidad – Módulo C (Fuente: Elaboración propia)

El estado actual del módulo C se mostrará en el apartado de discusión de resultados.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- a. **Módulo A:** Como tenemos la deriva máxima promedio, calculamos el desplazamiento espectral

$$\bar{S}_{d,sds} = \delta_{R,sds} \times \alpha_2 \times h$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.0059274 \times 0.75 \times 125.984$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.0059274 \times 0.75 \times 125.984 = 0.56007$$

Entonces con este desplazamiento espectral, utilizamos las curvas de fragilidad para el módulo A y obtenemos un 10 % de daños leves en la estructura. Esto significa que actualmente el módulo A tiene un comportamiento adecuado para un sismo común.

Del mismo análisis dinámico podemos tomar las derivas máximas obtenidas por cada piso y ver si es que cumplen con las derivas máximas permisibles brindadas por la NTP 0.30 Diseño Sismorresistente, tanto en la dirección X, como en la dirección Y, hacia el lado derecho e izquierdo respectivamente, los gráficos y resultados se muestran a continuación (Tomamos la simulación número 1, ya que es la que cuenta con el valor actual en las propiedades de los materiales)

Derivas de entrepiso en la dirección X:

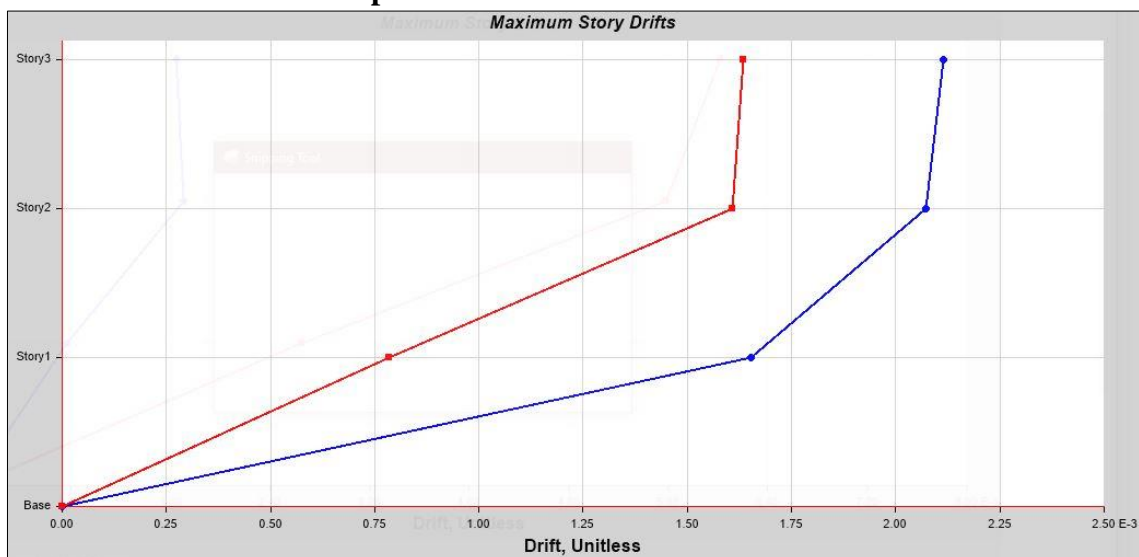


Figura 39: Deriva de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.001668	0.007	Cumple
2	0.002092	0.007	Cumple
3	0.002114	0.007	Cumple

Tabla 40: Derivas de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

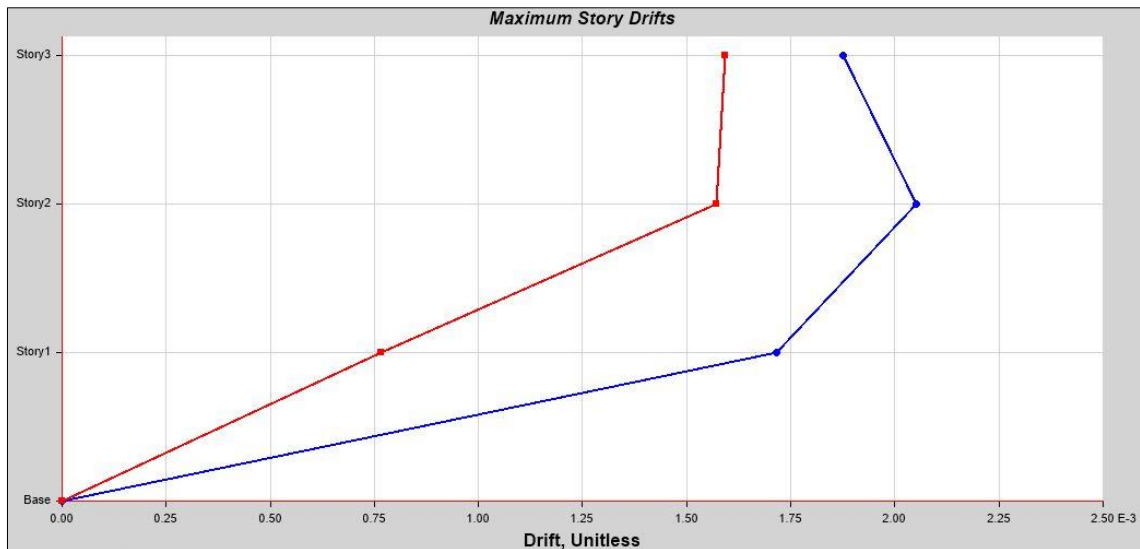


Figura 40: Deriva de entresiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.001712	0.007	Cumple
2	0.002051	0.007	Cumple
3	0.001871	0.007	Cumple

Tabla 41: Deriva de entresiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

Deriva de entresiso en la dirección Y:

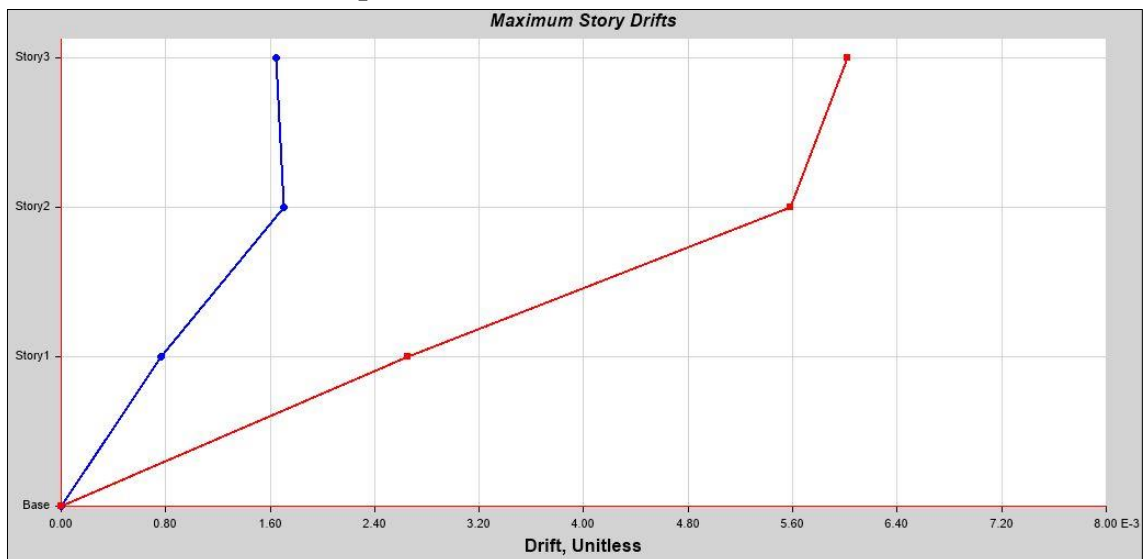


Figura 41: Deriva de entresiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.002652	0.007	Cumple
2	0.005581	0.007	Cumple
3	0.006015	0.007	Cumple

Tabla 42: Deriva de entresiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

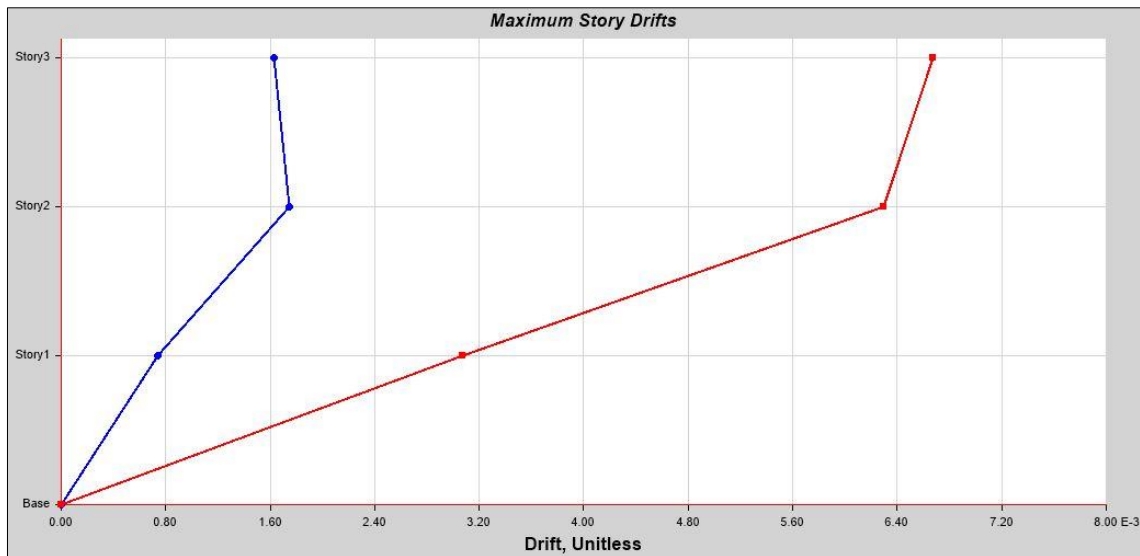


Figura 42: Deriva de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permissible	Observación
1	0.003096	0.007	Cumple
2	0.006358	0.007	Cumple
3	0.00667	0.007	Cumple

Tabla 43: Deriva de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

b. Módulo B: Como tenemos la deriva máxima promedio, calculamos el desplazamiento espectral

$$\bar{S}_{d,sds} = \delta_{R,sds} \times \alpha_2 \times h$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.00817204 \times 0.75 \times 125.984$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.00817204 \times 0.75 \times 125.984$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.77216$$

Entonces con este desplazamiento espectral, utilizamos las curvas de fragilidad para el módulo B y obtenemos un 18 % de daños en la estructura, pero de estos 18%, 5% serán daños moderados y el 13% restante serán daños leves. Esto significa que actualmente el módulo A tiene un comportamiento adecuado para un sismo común.

Del mismo análisis dinámico podemos tomar las derivas máximas obtenidas por cada piso y ver si es que cumplen con las derivas máximas permisibles brindadas por la NTP 0.30 Diseño Sismorresistente, tanto en la dirección X, como en la dirección Y, hacia el lado derecho e izquierdo respectivamente, los gráficos y resultados se muestran a continuación (Tomamos la simulación

número 1, ya que es la que cuenta con el valor actual en las propiedades de los materiales)

Deriva de entrepiso en la dirección X:

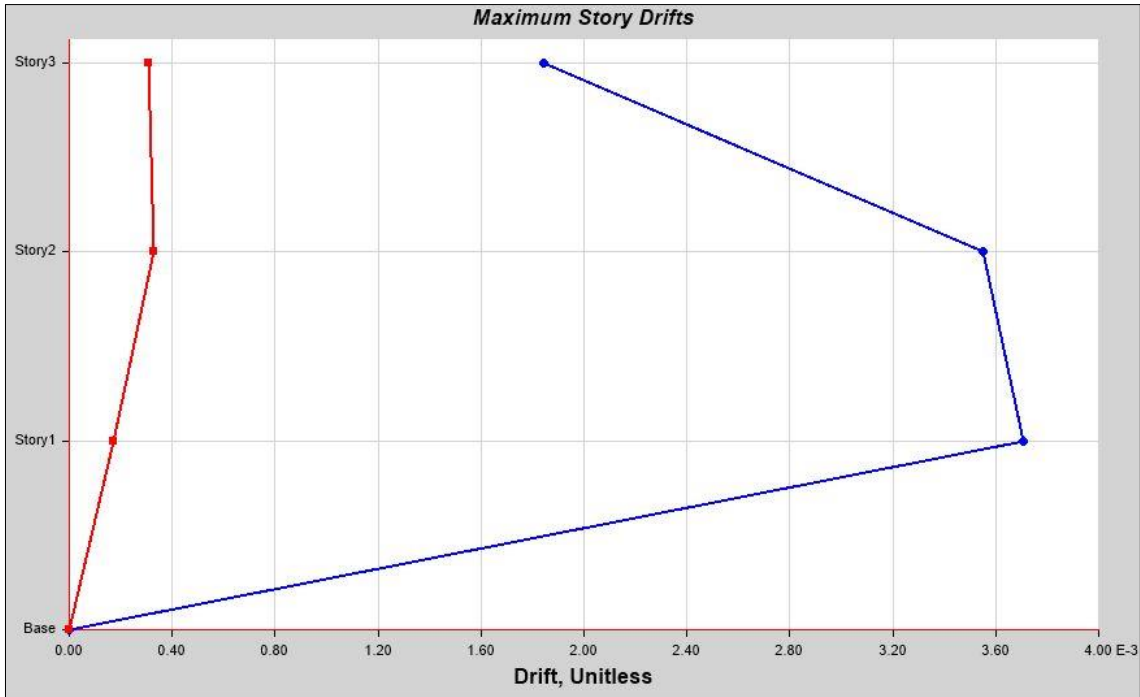


Figura 43: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.003708	0.007	Cumple
2	0.003542	0.007	Cumple
3	0.001841	0.007	Cumple

Tabla 44: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

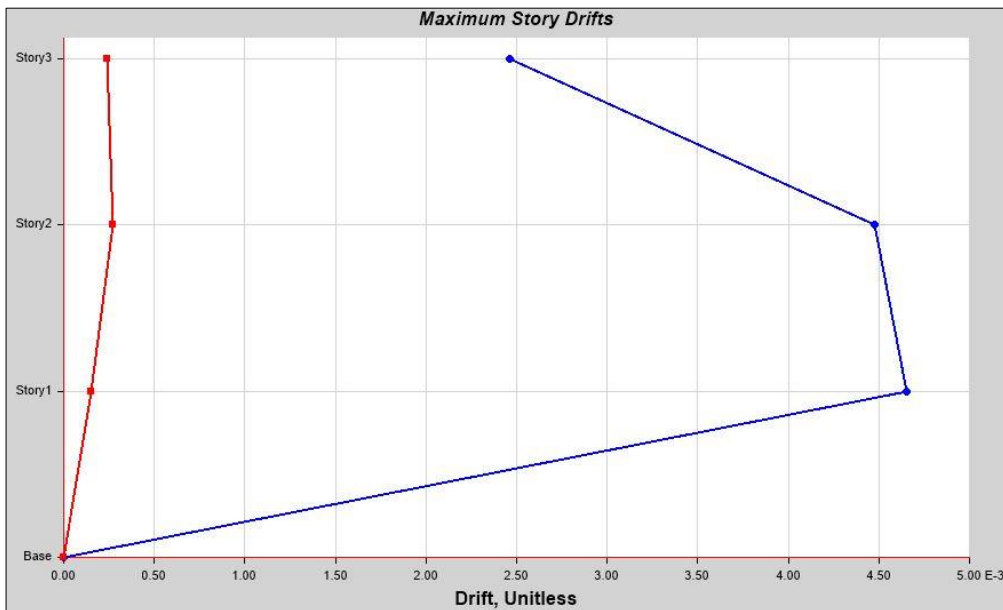


Figura 44: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permissible	Observación
1	0.00465	0.007	Cumple
2	0.004471	0.007	Cumple
3	0.002461	0.007	Cumple

Tabla 45: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

Deriva de entrepiso en la dirección Y:

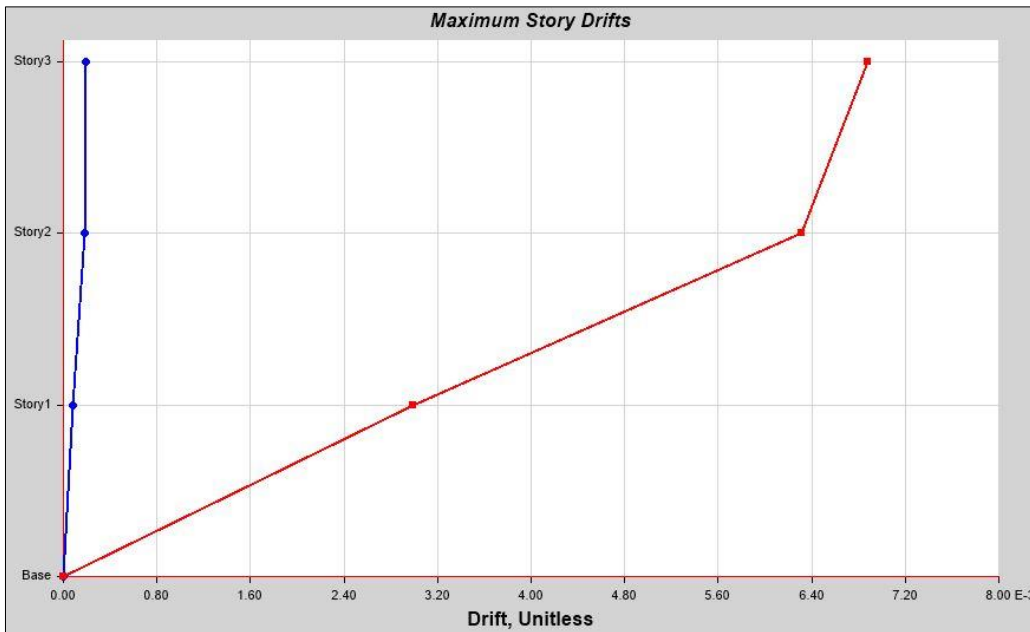


Figura 45: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permissible	Observación
1	0.003018	0.007	Cumple
2	0.006391	0.007	Cumple
3	0.006881	0.007	Cumple

Tabla 46: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

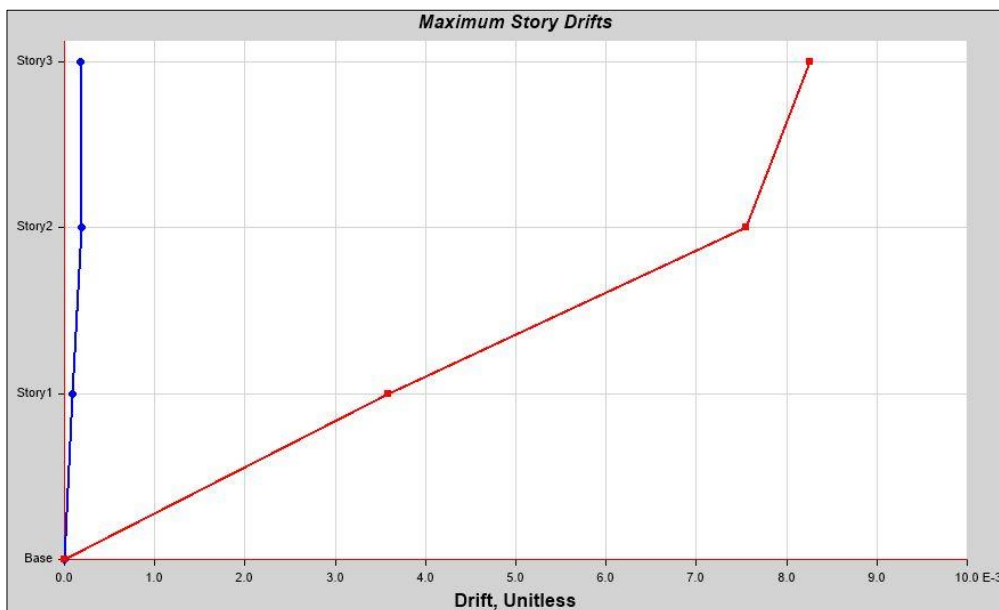


Figura 46: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permissible	Observación
1	0.003578	0.007	Cumple
2	0.007537	0.007	No Cumple
3	0.008257	0.007	No Cumple

Tabla 47: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

- c. **Módulo C:** Como tenemos la deriva máxima promedio, calculamos el desplazamiento espectral

$$\bar{S}_{d,sds} = \delta_{R,sds} \times \alpha_2 \times h$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.00418436 \times 0.75 \times 125.984$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.00418436 \times 0.75 \times 125.984$$

$$\bar{S}_{d,sds} = 0.39537$$

Entonces con este desplazamiento espectral, utilizamos las curvas de fragilidad para el módulo C y obtenemos solo un 5% de daños leves en la estructura. Esto significa que actualmente el módulo A tiene un comportamiento adecuado para un sismo común.

Del mismo análisis dinámico podemos tomar las derivas máximas obtenidas por cada piso y ver si es que cumplen con las derivas máximas permisibles brindadas por la NTP 0.30 Diseño Sismorresistente, tanto en la dirección X, como en la dirección Y, hacia el lado derecho e izquierdo respectivamente, los gráficos y resultados se muestran a continuación (Tomamos la simulación número 1, ya que es la que cuenta con el valor actual en las propiedades de los materiales)

Derivas de entrepiso en la dirección X:

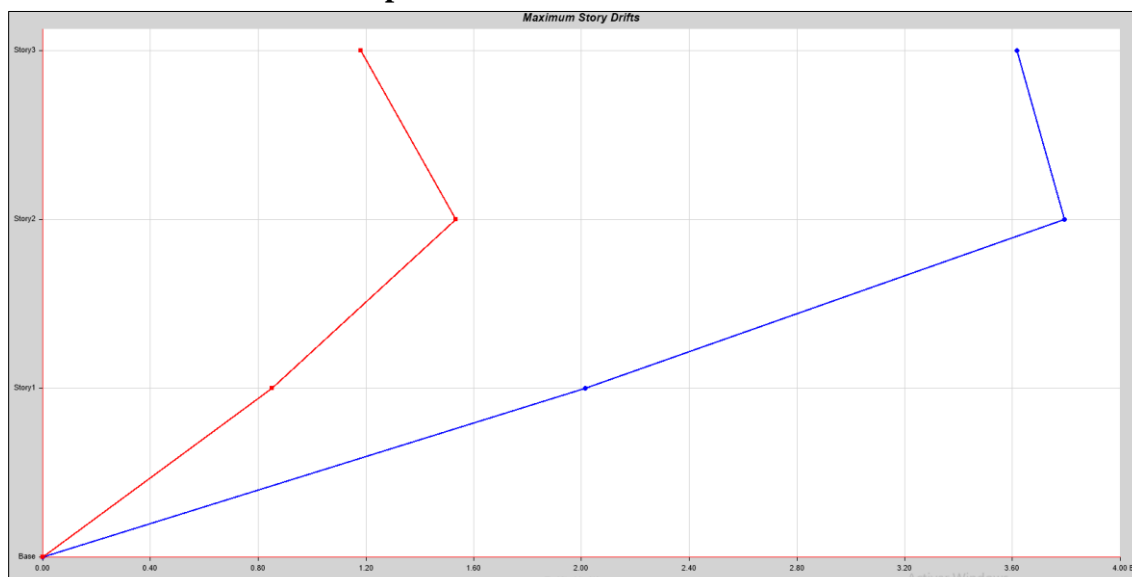


Figura 47: Deriva máxima de entrepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.002006	0.007	Cumple
2	0.003793	0.007	Cumple
3	0.003601	0.007	Cumple

Tabla 48: Deriva máxima de entepiso en X hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

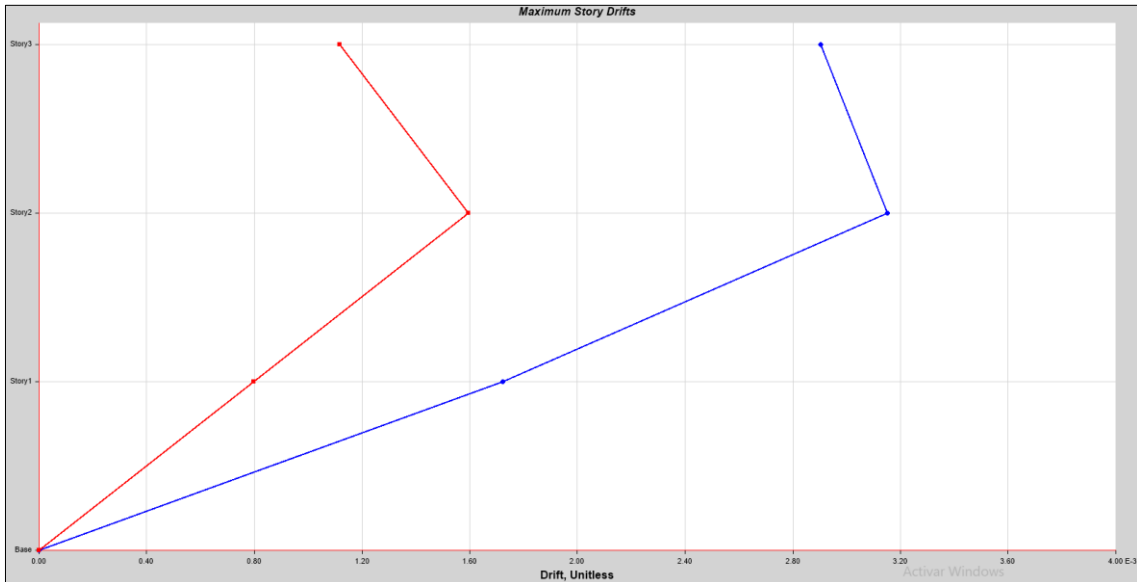


Figura 48: Deriva máxima de entepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.001742	0.007	Cumple
2	0.00315	0.007	Cumple
3	0.002938	0.007	Cumple

Tabla 49: Deriva máxima de entepiso en X hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

Derivas de entepiso en la dirección Y:

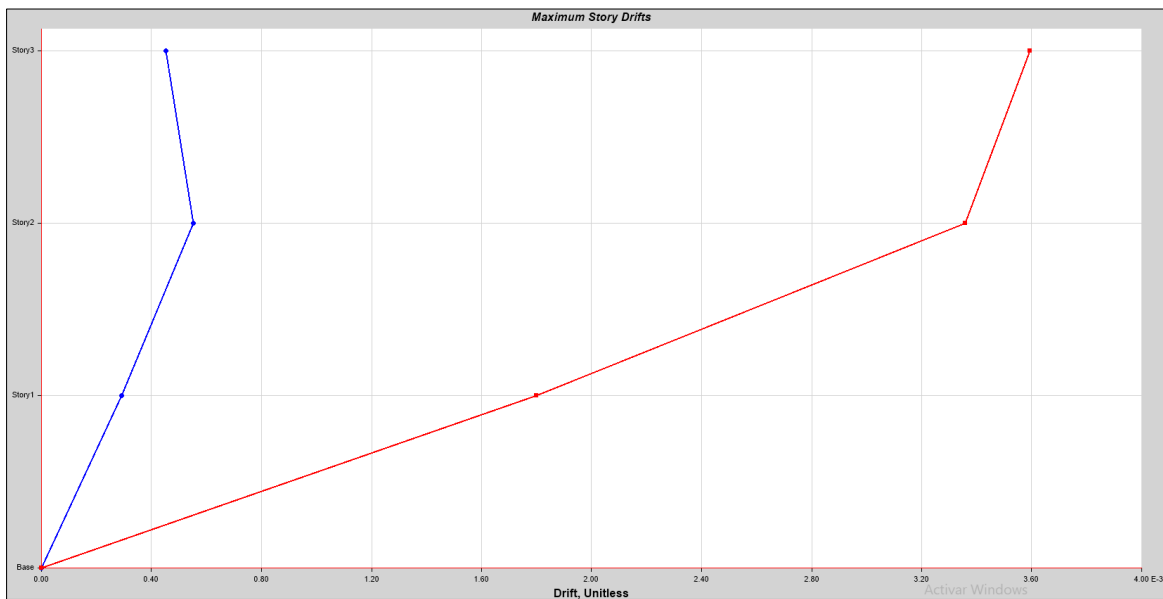


Figura 49: Deriva máxima de entepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.001818	0.007	Cumple
2	0.003397	0.007	Cumple
3	0.003592	0.007	Cumple

Tabla 50: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la derecha (Fuente: Elaboración propia)

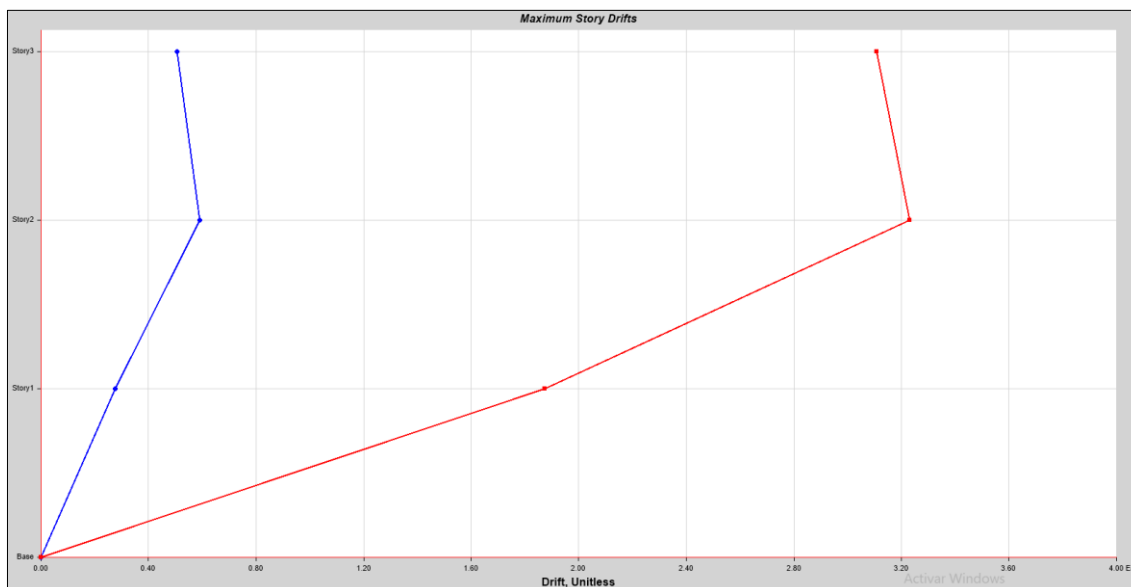


Figura 50: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia en ETABS)

Nivel	Deriva	Deriva Permisible	Observación
1	0.001882	0.007	Cumple
2	0.003231	0.007	Cumple
3	0.003123	0.007	Cumple

Tabla 51: Deriva máxima de entrepiso en Y hacia la izquierda (Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO V

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

1. CONCLUSIONES

- a. Concluimos que el pabellón de Turismo y Hotelería tiene una vulnerabilidad sísmica baja y adecuado comportamiento frente a un sismo moderado, pero podría presentar cierto daño si es que el sismo es mayor; aun así, el edificio continuaría en condiciones para continuar su funcionamiento.
- b. El módulo A tiene el 10% de probabilidad de sufrir algún daño, y el daño que sufre se califica solamente como leve, dándonos a entender que la respuesta de esta parte del pabellón es óptima ante un sismo ya sea de ligera o de moderada magnitud y que por ende la vulnerabilidad sísmica que este posee es baja. Podemos concluir también gracias al análisis dinámico no lineal que las derivas en cada piso que presenta no exceden los límites permisibles (0.003096 en el piso 1, 0.006358 en el piso 2 y 0.000667 en el piso 3), por lo tanto, está dentro de los requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad adecuados.
- c. El módulo B tiene una probabilidad de 18% de daño, y el daño que sufriría es en su mayoría solamente un daño ligero. La respuesta ante un sismo de ligera o moderada magnitud es la adecuada y concluimos así que la vulnerabilidad para el presente módulo es baja. Podemos concluir a partir del análisis dinámico no lineal que el módulo B cumple con las derivas máximas permisibles a excepción de la dirección Y, aunque la excedencia sigue estando muy cerca a los parámetros brindados en la norma E 0.30 (0.0075 en el segundo nivel y 0.0082 en el tercer nivel, ambas mayores a 0.007).
- d. El módulo C tiene una probabilidad de 5% de daño y todos los daños son ligeros, entonces concluimos que el módulo C tiene una vulnerabilidad baja. Las derivas de entrepiso no exceden los límites para la distorsión del entrepiso (0.002006 en el primer nivel, 0.003793 en el segundo nivel, 0.003601 en el tercer nivel) y cumplen con los parámetros de rigidez, resistencia y ductilidad.
- e. Las curvas de fragilidad calculadas pueden estimar la probabilidad del daño de manera certera ya que se apoyan en la variabilidad de las propiedades mecánicas de los materiales y gracias a esto podemos esperar una probabilidad muy cercana a la realidad.

2. RECOMENDACIONES

- a. Al momento de realizar el modelado estructural para una determinada estructura se recomienda considerar a todas las columnas y placas alineadas por el centroide, esto facilitará los cálculos y reducirá el tiempo de análisis, la variabilidad de los resultados originales es ínfima, así que no supondrá un fallo en nuestros cálculos, evitamos también con esto la presencia de posibles errores en la configuración final de la estructura.
- b. En los estudios de vulnerabilidad y demás en los cuáles se vea involucrado un modelado, se recomienda el uso del análisis dinámico no lineal tiempo historia, en lugar de un análisis solamente estático; debido a que en el primero dotamos al concreto y elementos estructurales de una plasticidad y una histéresis determinada, que lo acercan mucho más a la representación de la realidad en la simulación.
- c. Para los acelerogramas sintéticos se recomienda utilizar un factor de escala adecuado que permita amplificar las aceleraciones hasta que puedan ser ingresadas y puedan ocasionar una respuesta determinada en la estructura a medida que va ocurriendo el ensayo.
- d. Cuando se van a empezar a correr las simulaciones en el software es recomendable utilizar un coeficiente de masa proporcional al primer periodo, que puede calcularse en el mismo programa. El método numérico recomendado para el procedimiento del análisis es el de Hilber-Hughes-Taylor (elegible en ETABS) y utilizando parámetros no lineales que se calculen evento a evento, esta configuración nos brinda datos adecuados y a pesar de que seguirá tomando un tiempo importante, se verá reducido gracias a estos parámetros.
- e. Gracias a investigaciones previas se pudieron obtener datos base para los F'_c y F_y aleatorios usados en la presente investigación que funcionaron correctamente; sin embargo, se podrían utilizar ensayos no destructivos tales como VPU (para evaluar la uniformidad del concreto en elementos estructurales) o el ensayo de esclerometría (para encontrar la resistencia a la compresión del concreto en elementos estructurales), con el fin de encontrar datos aún más afines a la estructura.

- f.** Se recomienda realizar estudios de vulnerabilidad sísmica para cada una de las estructuras existentes en nuestra universidad, y si alguna no presentará óptimas condiciones como la que se tomó para el análisis de esta investigación debe tener una mejora o algún refuerzo que permita el mantenimiento de esta.
- g.** Si bien el pabellón estudiado soportaría un sismo moderado sin ningún daño severo, se recomienda elaborar un plan de evacuación en caso ocurra algún sismo en la zona donde se encuentra ubicada la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

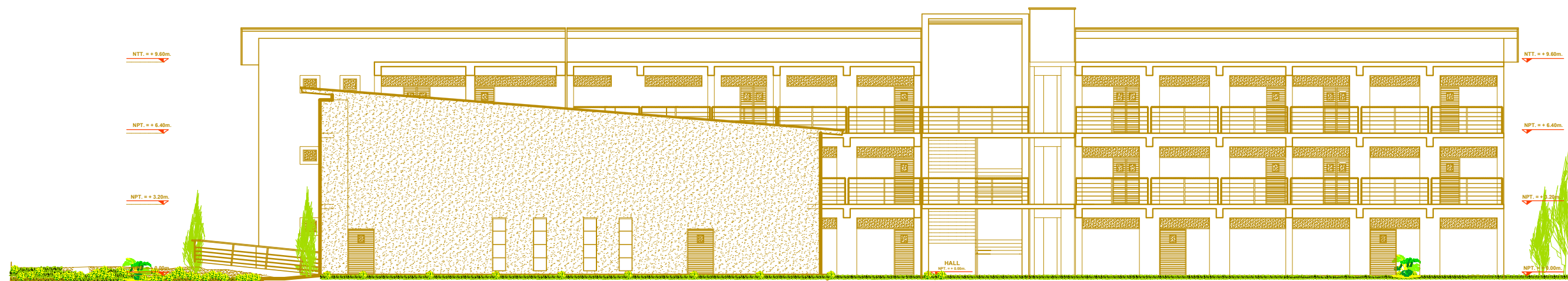
1. Agudelo, Z. (2014). Manual de Usuario para AcelSin. Lima, Perú: AcelSin.
2. Aguirre, S., Vidal, E. (2020). Propuesta de diseño de dos hospitales, en zona sísmica tres y cuatro, usando disipadores SLB en el Perú; como alternativa a los aisladores sísmicos exigidos por la NTP E.030. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
3. Aldama, A.; Gómez, C. & Guillen, B. (2007). elaboración de una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Costa Rica: Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones.
4. American Concrete Institute. (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-19. Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete. Michigan: ACI.
5. Bazán E, Meli, R. (2002). Diseño sísmico de edificios. México
6. Bazán, J. (2007). Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
7. Bello, J., Fernández, M. (2019). Modelación numérica del comportamiento mecánico a compresión del concreto adicionado con fibras de plástico PET. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
8. Bermúdez, C. (2010). Vulnerabilidad sísmica de edificios de acero. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
9. Bernal, I.; Tavera, H. (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
10. Bonett, R. (2003). VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE EDIFICIOS. APLICACIÓN A ENTORNOS URBANOS EN ZONAS DE AMENAZA ALTA Y MODERADA. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
11. Burga, Y & Rivera, W. (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019. Trujillo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.
12. Caballero, A (2007) Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica (Tesis de maestría). Universidad de Sincelejo, Sincelejo.
13. Caicedo et al. (2006). Vulnerabilidad sísmica de edificios. Barcelona: CIMNE.

14. Cardona, O. (1999). Vulnerabilidad sísmica de hospitales. Colombia: A.H. Barbat.
15. Chávez, J.; Lingán, W. (2019) ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS PRINCIPALES DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS Y LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO MEDIANTE CURVAS DE FRAGILIDAD, 2018. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
16. Cimellaro, G., Nagarajaiah, S. & Kunnath, S. (2015). GEOTECHNICAL, GEOLOGICAL AND EARTHQUAKE ENGINEERING. Switzerland: Springer.
17. Deierlein, G., Reinhorn, A. & Willford, M. (2010). Nonstructural Structural Analysis for Seismic Design. San Francisco, California: National Institute of Standards and Technology.
18. Department of Homeland Security. (1999). Multi-hazard Loss Estimation Methodology. Washington D.C.: National Institute of Building Sciences.
19. Devore, J. (2018). Fundamentos de probabilidad y estadística. México: CENGAGE.
20. Dumova-Jovanoska, E. (2000). Fragility curves for reinforced concrete structures in Skopje (Macedonia) region. Skopje, Macedonia: Faculty of Civil Engineering, “St. Cyril and Methodius” University-Skopje.
21. Guillén, L. B. (2005) *Vulnerabilidad Sísmica de Estructuras por Muestreo Estadístico*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F.
22. Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill Education.
23. Lopez, S & Rodríguez, C. (2018). CONSTRUCCIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
24. Melendez, H & Santisteban E. (2014). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL SAN IGNACIO Y SU REHABILITACIÓN BASADOS EN CURVAS DE FRAGILIDAD. Bogotá: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
25. Mena, U. (2002). EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO EN ZONAS URBANAS. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

26. Moreno, R. (2006). Evaluación del riesgo sísmico en edificios mediante análisis estático no lineal: Aplicación a diversos escenarios sísmicos de Barcelona. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
27. Mosqueira M., Tarque S. (2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. Lima: PUCP.
28. Norma E 0.30 DISEÑO SISMORRESISTENTE. Diario oficial el Peruano, Perú, 22 de octubre de 2018.
29. NTP 339.181 CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido. Diario Oficial El Peruano, Perú, 02 de enero de 2013.
30. Park, Y.; Reinhorn, S. & Kunnath, S. (2006). IDARC: Inelastic Damage Analysis of Reinforced Concrete frame shear wall structures. State University of New York: Technical Report No. NCEER-87-2008.
31. Powell, G. & Allahabadi, R. (1988). SEISMIC DAMAGE PREDICTION BY DETERMINISTIC METHODS: CONCEPTS AND PROCEDURES. U.S.A.: Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley.
32. Powell, G.; Allahabadi, R. (2006). Seismic damage prediction by deterministic methods, concept and procedures. USA: The journal off the International Association for Earthquake Engineering.
33. Quiroz, E. (2017). "Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales". Tesis de maestría, Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
34. Rondón, Araujo & Chio Cho. (2008, diciembre 12). ESTIMACIÓN DEL DAÑO SÍSMICO EN EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE FUNCIONES DE VULNERABILIDAD SIMULADAS. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 1, 56.
35. Safina, S. (2002). VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
36. Tavera et al. (2014). valuación del Peligro Sísmico en Perú. Lima: INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ.
37. Tavera, H. (1993). La Tierra, Tectónica y Sismicidad. Lima: INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU.
38. Tavera, H. (2014). EVALUACIÓN DEL PELIGRO ASOCIADO A LOS SISMOS Y EFECTOS SECUNDARIOS EN PERÚ. Lima: Instituto Geofísico del Perú.

39. Tavera, H.; Buforn, E. (1998). Sismicidad y sismo tectónica de Perú. Madrid: Servicio de publicaciones Universidad Complutense.
40. Vanmarcke, E., Gasparini, D. (1985). Simulated Earthquake ground motions. Massachusetts: Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
41. Velásquez, J. (2006). Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
42. Zavala B., Rosado M. (2011). Riesgo Geológico en la región Cajamarca. Lima: INGEMMET.

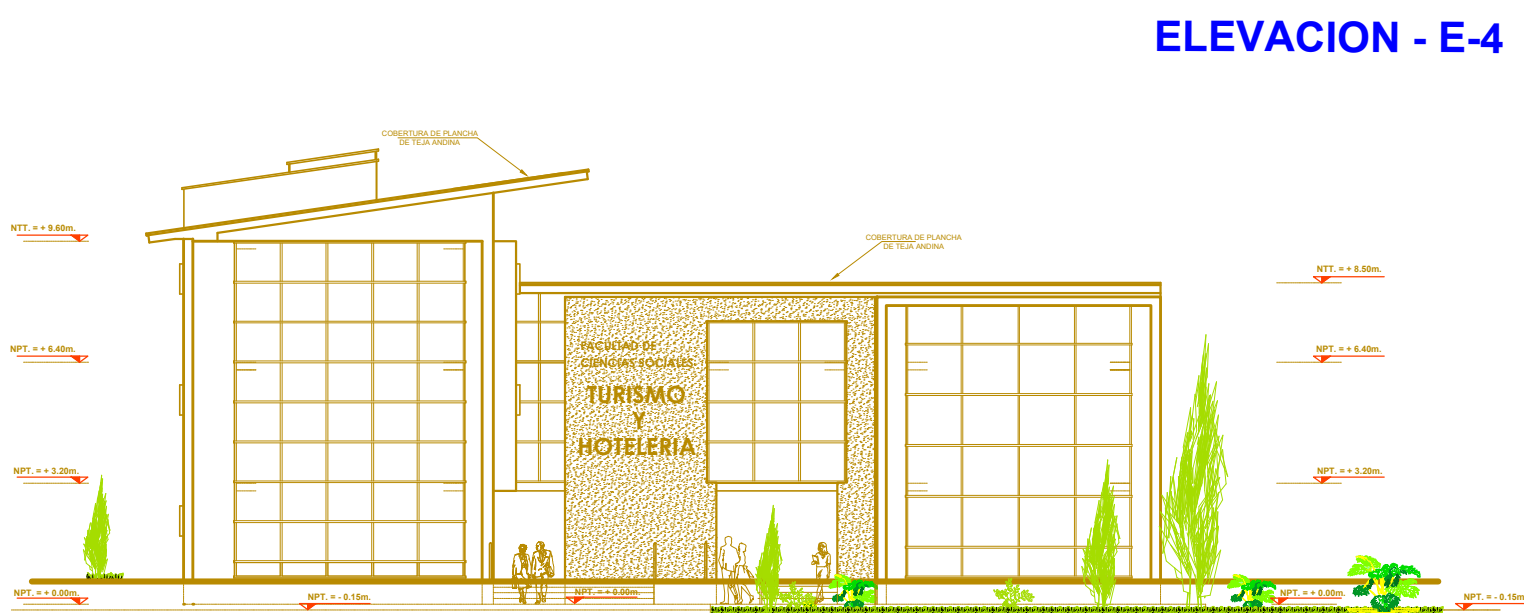
ANEXOS



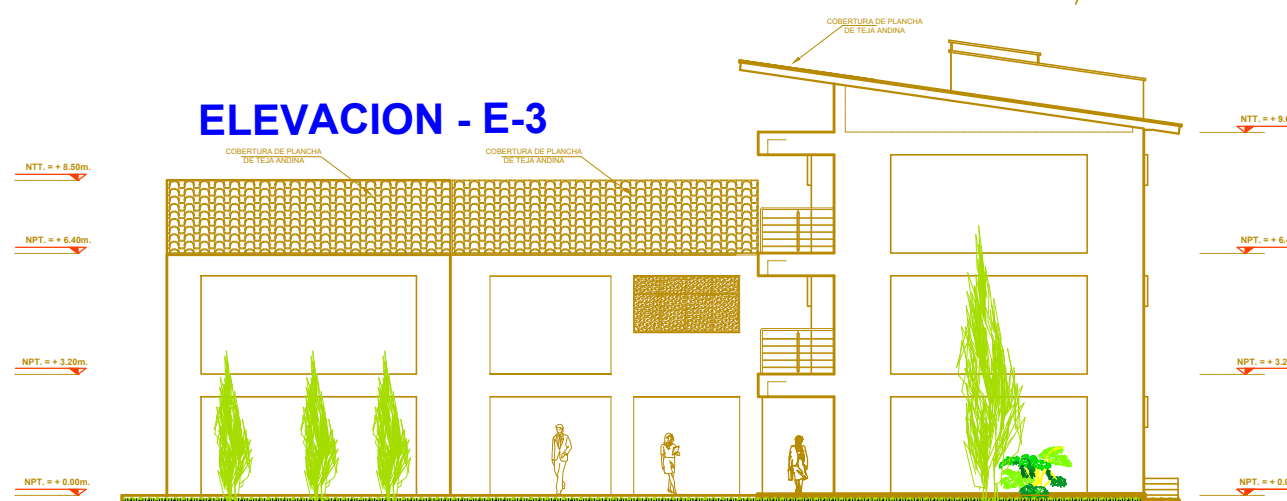
ELEVACION - E-2



ELEVACION - E-4



ELEVACION - E-1

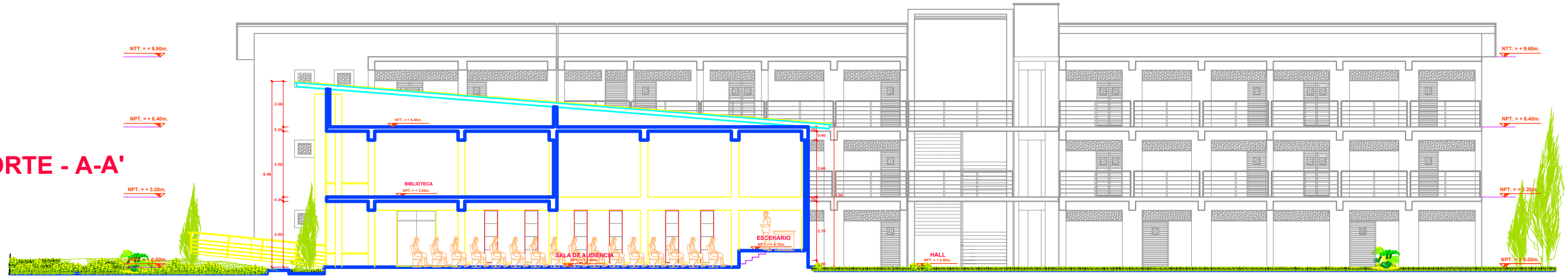


ELEVACION - E-3

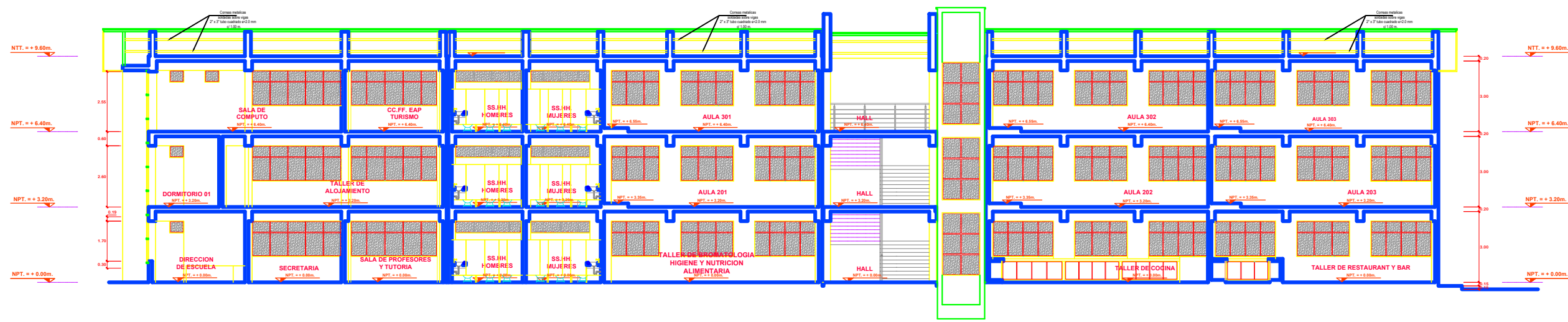
TOMADO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE, C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: A-06
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
ARQUITECTURA		PLANO: ELEVACIONES 1,2,3 y 4	ESPECIALISTA: ARQ. JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. C.A.P. N° 11329
		UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BAÑOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	ESCALA: 1/200
		FECHA: JUNIO 2017	

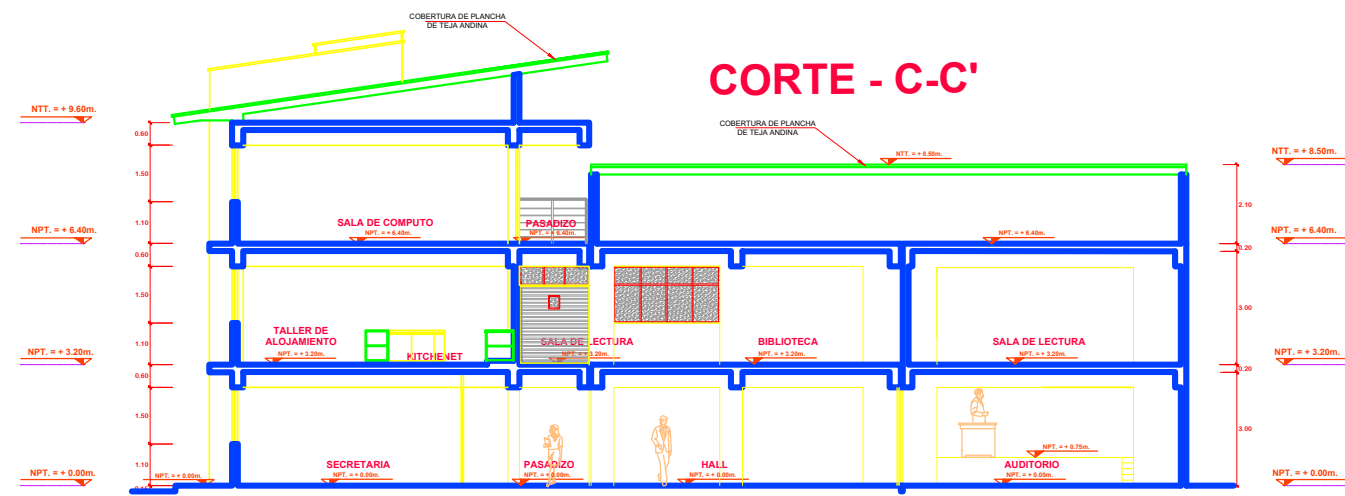
CORTE - A-A'



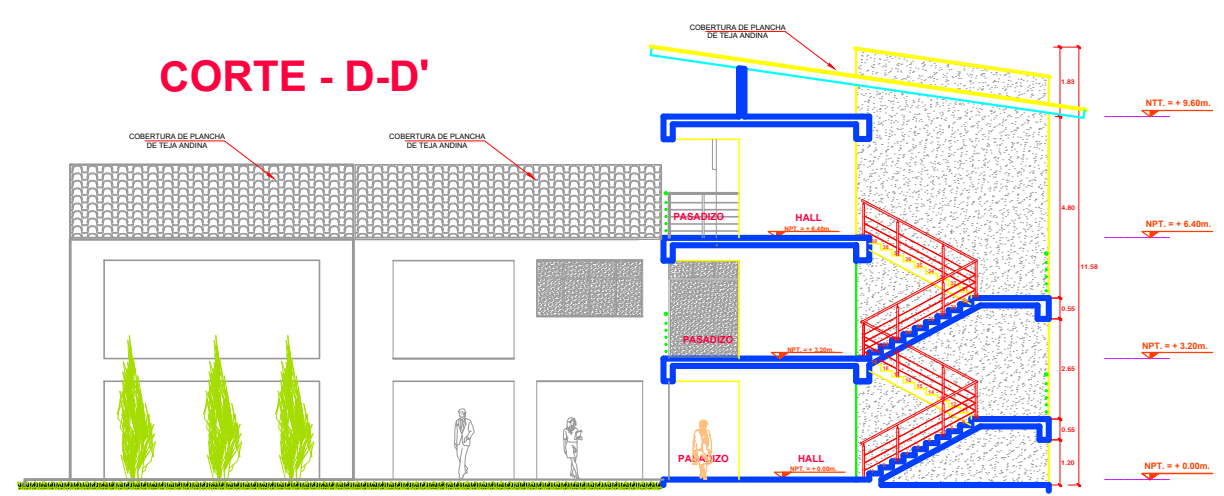
CORTE - B-B'



CORTE - C-C'

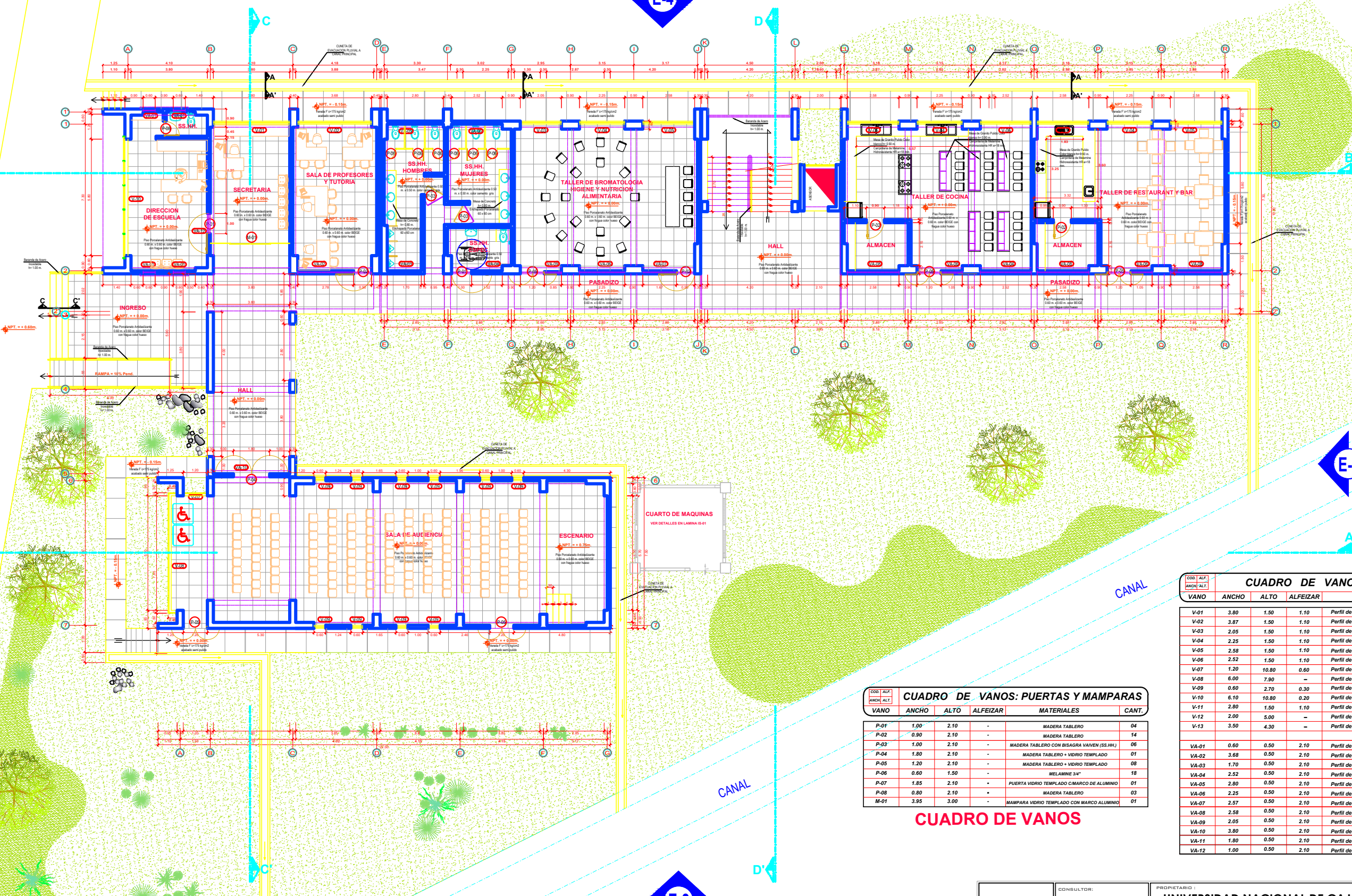
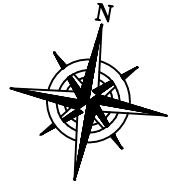


CORTE - D-D'



TOMADO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE. C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: A-05
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
	ARQUITECTURA	PLANO: CORTES A-A', B-B', C-C' y D-D'	
	ESPECIALISTA: ARQ. JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. C.A.P. N° 11329	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BAÑOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA ESCALA: 1/200 FECHA: JUNIO 2017	



CUADRO DE VANOS: PUERTAS Y MAMPARAS

NO.	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
P-01	1.00	2.10	-	MADERA TABLERO	04
P-02	0.90	2.10	-	MADERA TABLERO	14
P-03	1.00	2.10	-	MADERA TABLERO CON BISAGRA VAIVEN (SS.HH.)	06
P-04	1.80	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	01
P-05	1.20	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	08
P-06	0.60	1.50	-	MELAMINE 3/4"	18
P-07	1.85	2.10	-	PUERTA VIDRIO TEMPLADO C/MARCO DE ALUMINIO	01
P-08	0.80	2.10	-	MADERA TABLERO	03
M-01	3.95	3.00	-	MAMPARA VIDRIO TEMPLADO CON MARCO ALUMINIO	01

CUADRO DE VANOS

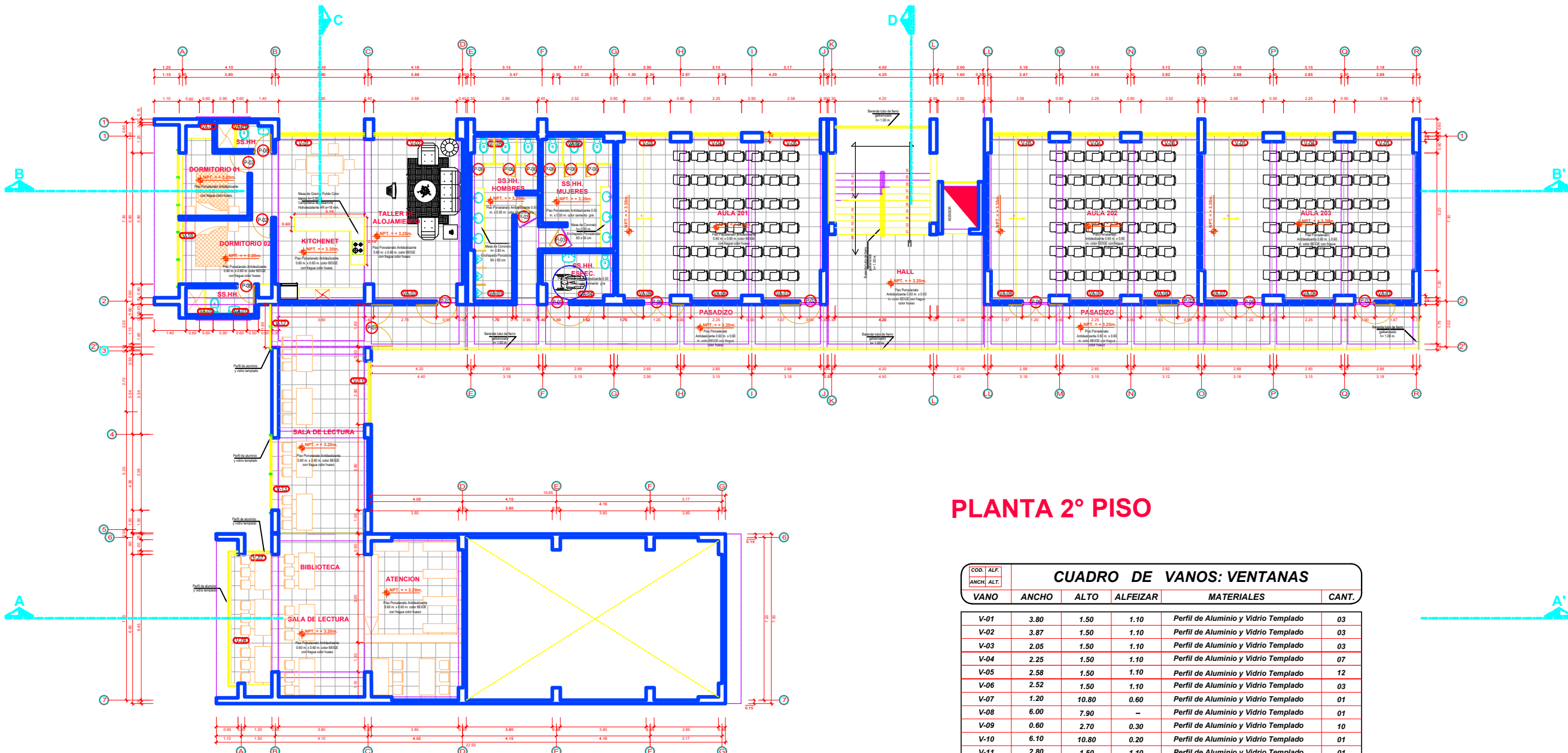
CUADRO DE VANOS: VENTANAS

VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
V-01	3.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-02	3.87	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-03	2.05	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-04	2.25	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	07
V-05	2.58	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	12
V-06	2.52	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-07	1.20	10.80	0.60	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-08	6.00	7.90	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-09	0.60	2.70	0.30	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	10
V-10	6.10	10.80	0.20	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-11	2.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-12	2.00	1.50	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-13	3.50	4.30	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-01	0.60	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	16
VA-02	3.68	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-03	1.70	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-04	2.52	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	08
VA-05	2.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-06	2.25	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-07	2.57	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-08	2.58	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-09	2.05	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-10	3.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	02
VA-11	1.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-12	1.00	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01

TOMADO DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"



CONSULTOR: ARO DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE: C11992 JEFE DE PROYECTO: ARO DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. CAP. N° 9881 ARQUITECTURA	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA" PLANO: PLANTA GENERAL 1° PISO ESPECIALISTA: ARO JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. CAP. N° 1128	LÁMINA: A-01 AV. ATAHUALPA N° 188, CARRETERA A BARRIO DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA 1200 11700 JUNIO 2017
--	--	---



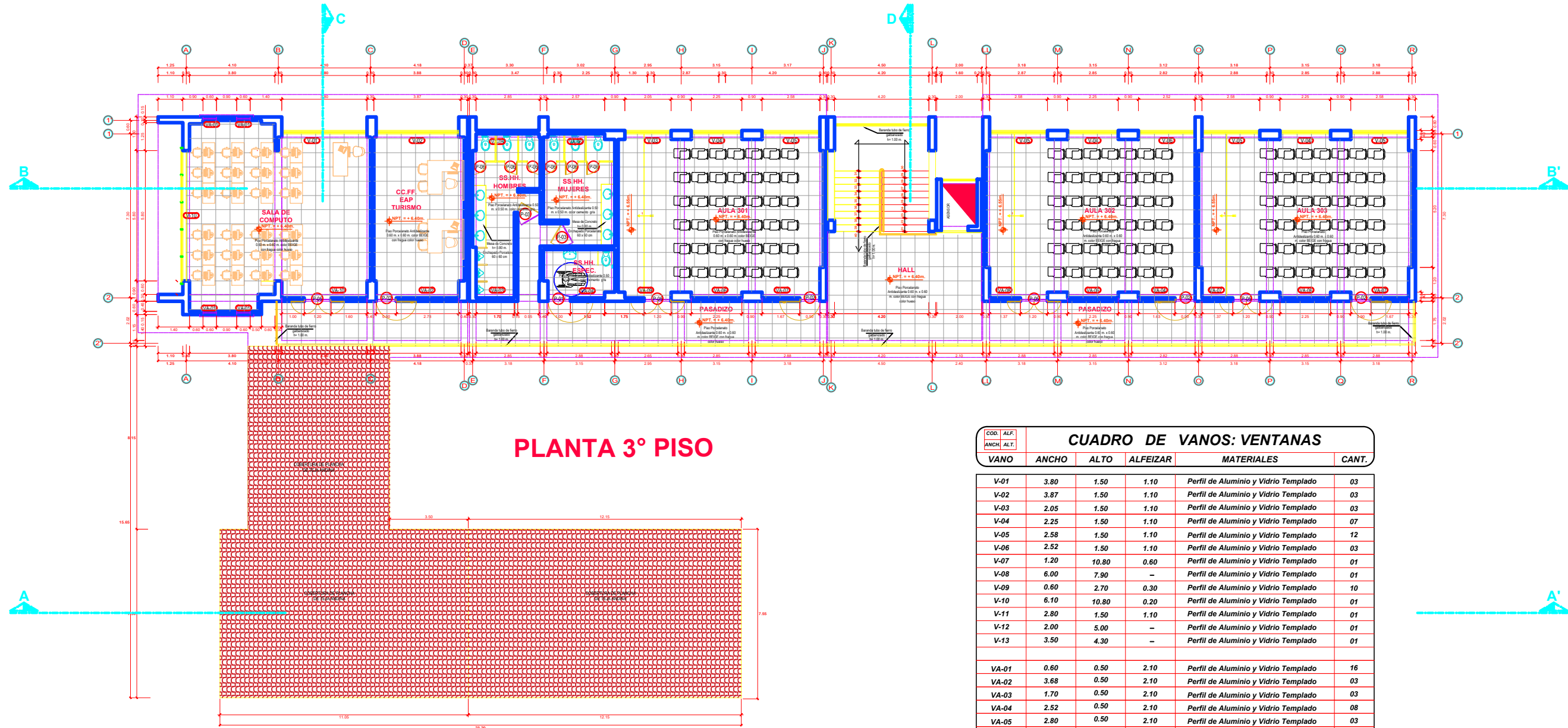
PLANTA 2° PISO

CUADRO DE VANOS

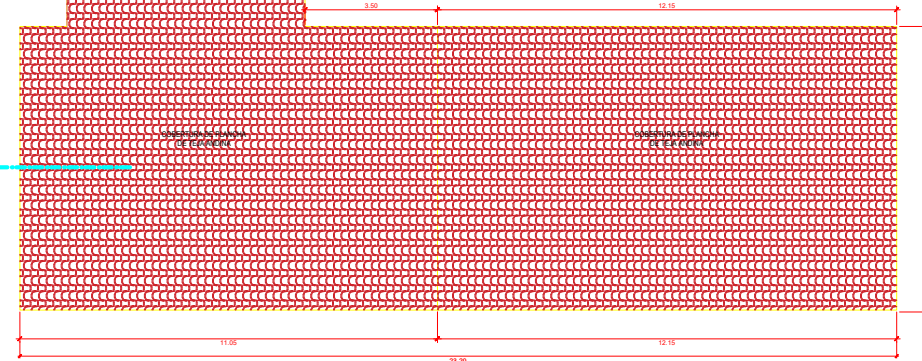
COD. ALF.	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
V-01	3.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-02	3.87	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-03	2.05	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-04	2.25	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	07
V-05	2.58	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	12
V-06	2.52	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-07	1.20	10.80	0.60	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-08	6.00	7.90	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-09	0.60	2.70	0.30	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	10
V-10	6.10	10.80	0.20	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-11	2.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-12	2.00	5.00	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-13	3.50	4.30	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-01	0.60	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	16
VA-02	3.68	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-03	1.70	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-04	2.52	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	08
VA-05	2.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-06	2.25	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-07	2.57	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-08	2.58	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-09	2.05	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-10	3.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	02
VA-11	1.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-12	1.00	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01

COD. ALF.	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
P-01	1.00	2.10	-	MADERA TABLERO	04
P-02	0.90	2.10	-	MADERA TABLERO	14
P-03	1.00	2.10	-	MADERA TABLERO CON BISAGRA VAIVEN (SS.HH.)	06
P-04	1.80	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	01
P-05	1.20	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	08
P-06	0.60	1.50	-	MELAMINE 3/4"	18
P-07	1.85	2.10	*	PUERTA VIDRIO TEMPLADO C/MARCO DE ALUMINIO	01
P-08	0.80	2.10	*	MADERA TABLERO	03
M-01	3.95	3.00	-	MAMPARA VIDRIO TEMPLADO CON MARCO ALUMINIO	01

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE : C11850	PROPIETARIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA : A-02
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA" PLANO : PLANTA GENERAL 2° PISO	
ESPECIALISTA: ARQ. JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. C.A.P. N° 11329	UBICACIÓN : AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BAÑOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA ESCALA : 1/200 FECHA : JUNIO 2017		



PLANTA 3° PISO

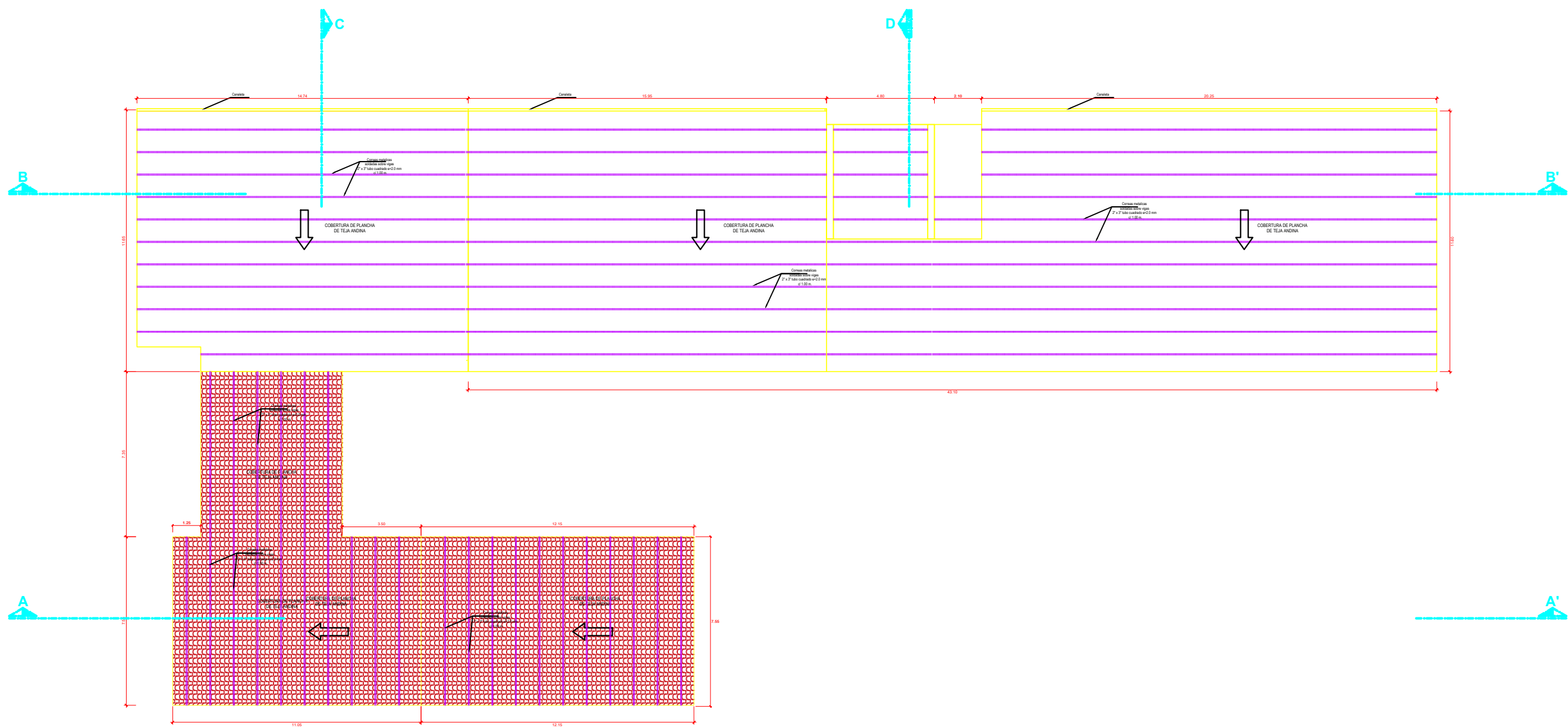


CUADRO DE VANOS

COD.	ALF.	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
P-01		1.00	2.10	-	MADERA TABLERO	04
P-02		0.90	2.10	-	MADERA TABLERO	14
P-03		1.00	2.10	-	MADERA TABLERO CON BISAGRA VAIVEN (SS.HH.)	06
P-04		1.80	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	01
P-05		1.20	2.10	-	MADERA TABLERO + VIDRIO TEMPLADO	08
P-06		0.60	1.50	-	MELAMINE 3/4"	18
P-07		1.85	2.10	-	PUERTA VIDRIO TEMPLADO C/MARCO DE ALUMINIO	01
P-08		0.80	2.10	-	MADERA TABLERO	03
M-01		3.95	3.00	-	MAMPARA VIDRIO TEMPLADO CON MARCO ALUMINIO	01

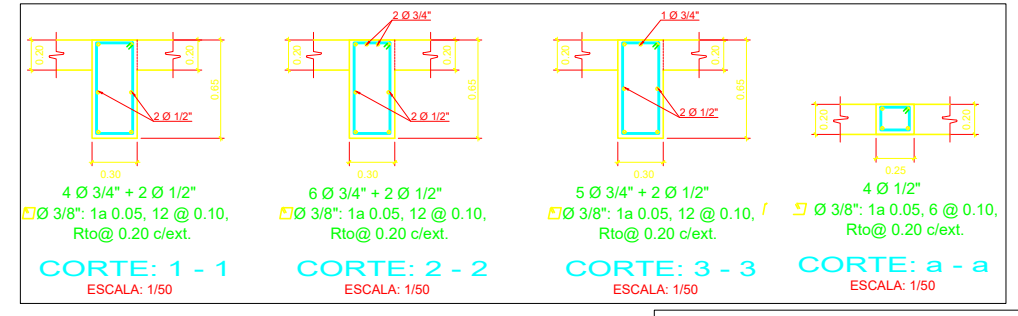
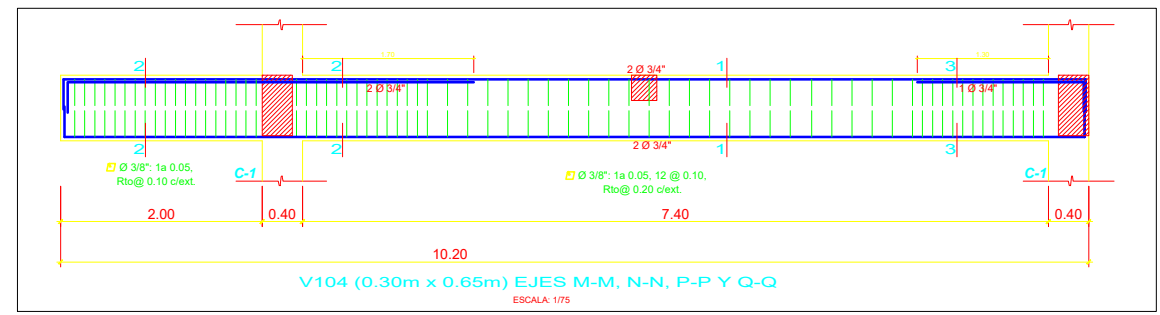
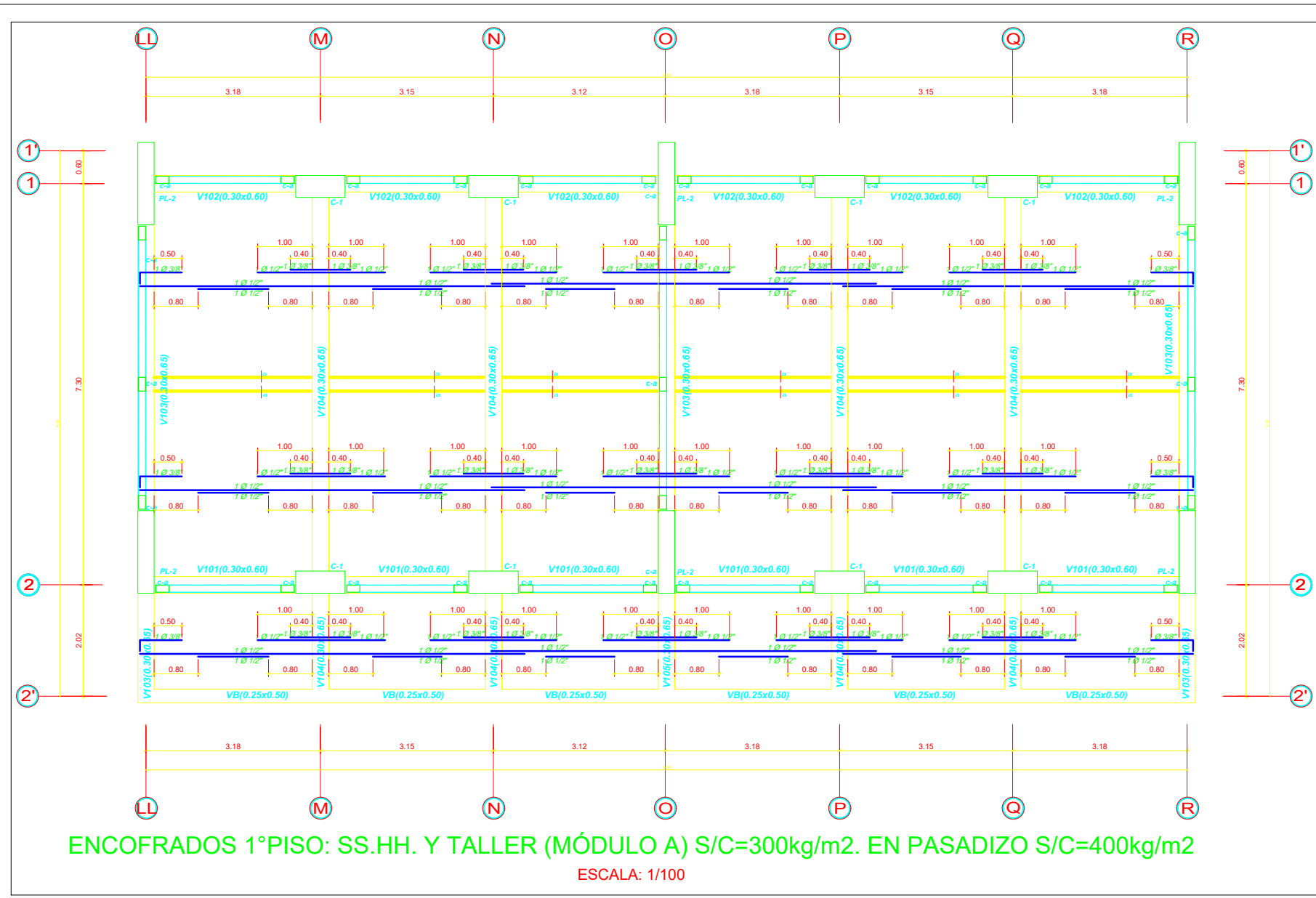
COD.	ALF.	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	MATERIALES	CANT.
V-01		3.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-02		3.87	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-03		2.05	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-04		2.25	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	07
V-05		2.58	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	12
V-06		2.52	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
V-07		1.20	10.80	0.60	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-08		6.00	7.90	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-09		0.60	2.70	0.30	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	10
V-10		6.10	10.80	0.20	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-11		2.80	1.50	1.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-12		2.00	5.00	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
V-13		3.50	4.30	-	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-01		0.60	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	16
VA-02		3.68	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-03		1.70	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-04		2.52	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	08
VA-05		2.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-06		2.25	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-07		2.57	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	09
VA-08		2.58	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-09		2.05	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	03
VA-10		3.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	02
VA-11		1.80	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01
VA-12		1.00	0.50	2.10	Perfil de Aluminio y Vidrio Templado	01

	CONSULTOR:	PROPIETARIO:	LÁMINA : A-03
	ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE : C11850	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
ARQUITECTURA	PLANO : PLANTA GENERAL 3° PISO	ESPECIALISTA: ARQ. JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. C.A.P. N° 11329	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BAÑOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA
		ESCALA : 1/200	FECHA : JUNIO 2017



PLANTA DE TECHOS

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE: C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		LÁMINA: A-04
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"		
	ARQUITECTURA	PLANO: PLANTA DE TECHOS		
	ESPECIALISTA: ARQ. JAVIER ENRIQUE DELGADO PINILLOS REG. C.A.P. N° 11329	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BAÑOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	ESCALA: 1/200	



LEYENDA

Viga Peraltada	
Viga Chata	
Columna	
Columna Projectada	

CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parametro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 8 (Sistema Aporticado)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO + HORMIGON = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM B'
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO + HORMIGON = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: F_{ck}=175 kg/cm², F_{yk}=210 kg/cm²
 - RESTO: F_{ck}=210 kg/cm², F_{yk}=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO: F_y=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TPO I

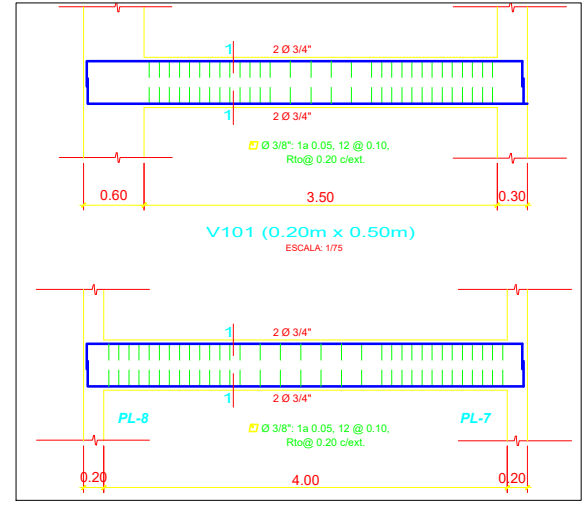
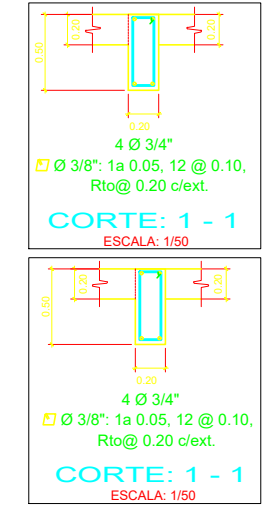
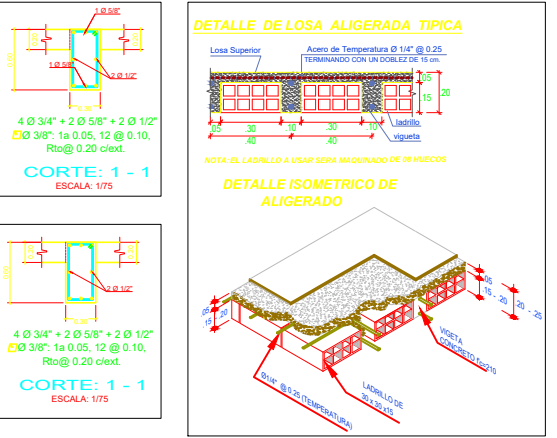
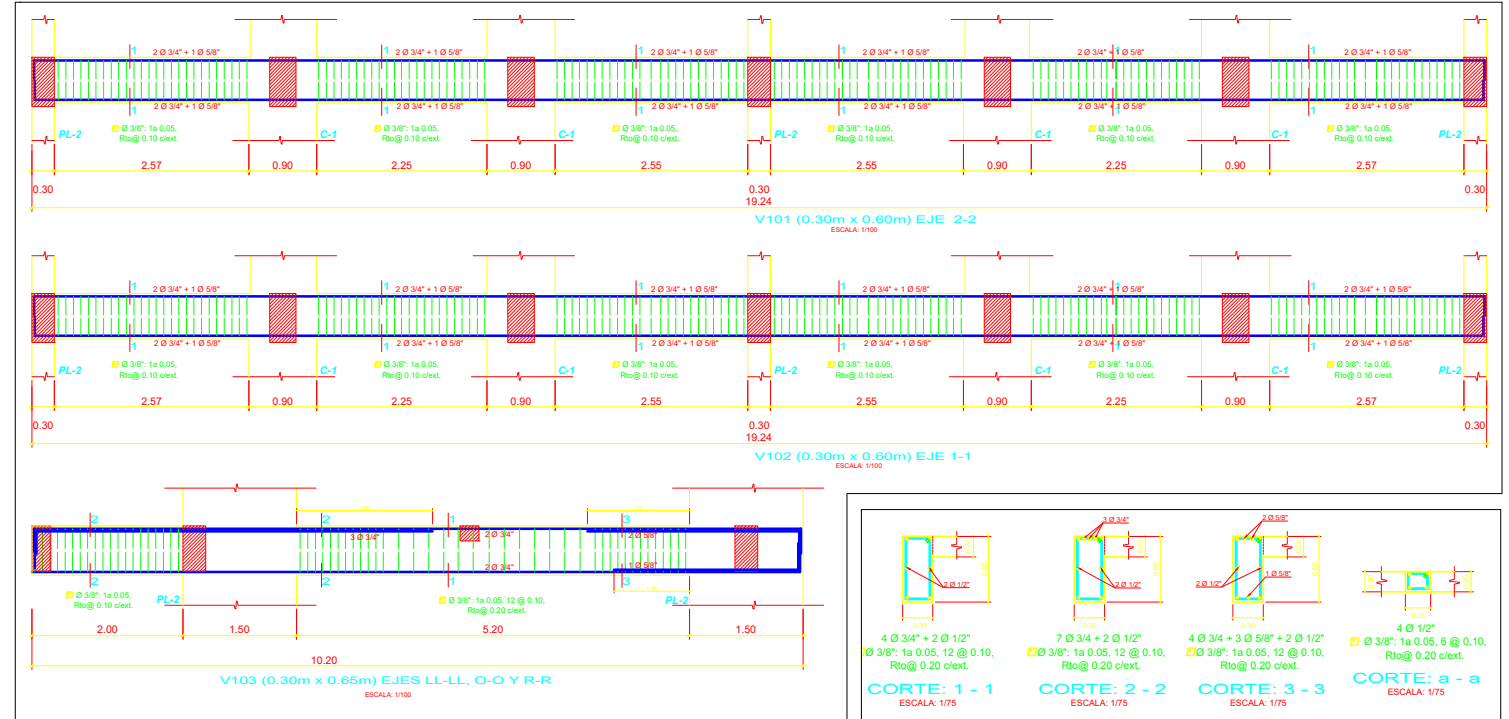
1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC.: 7.5 lateral, 5.0 superior e inferior, 2.5 cm
 - COLUMNETAS: 2.5 cm
 - COLUMNAS: 3.5 cm
 - PLACAS: 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS: 2.0 cm

2. MAMPONERIA

- TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial. Tipo III. F_m = 50 kg/cm², F_{vk} = 35 kg/cm², v_m = 5.1 kg/cm²
 - MORTERO CEMENTARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA = 2.50cm

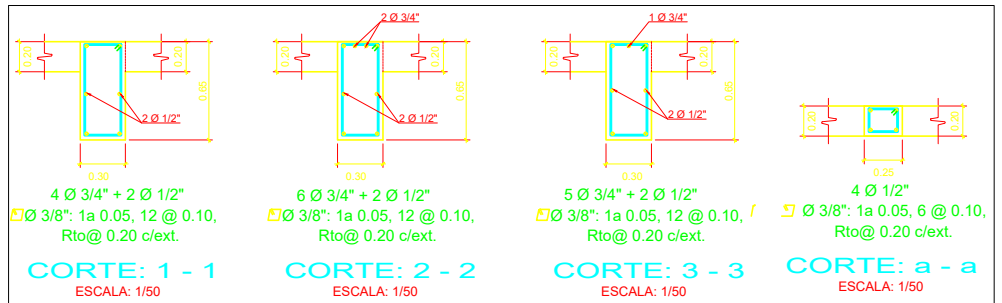
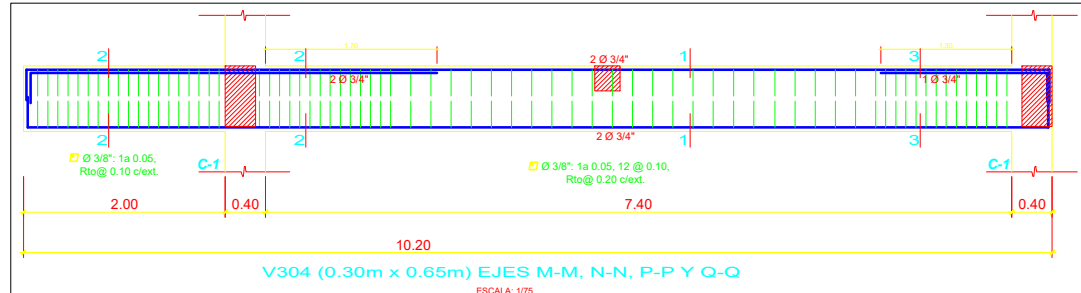
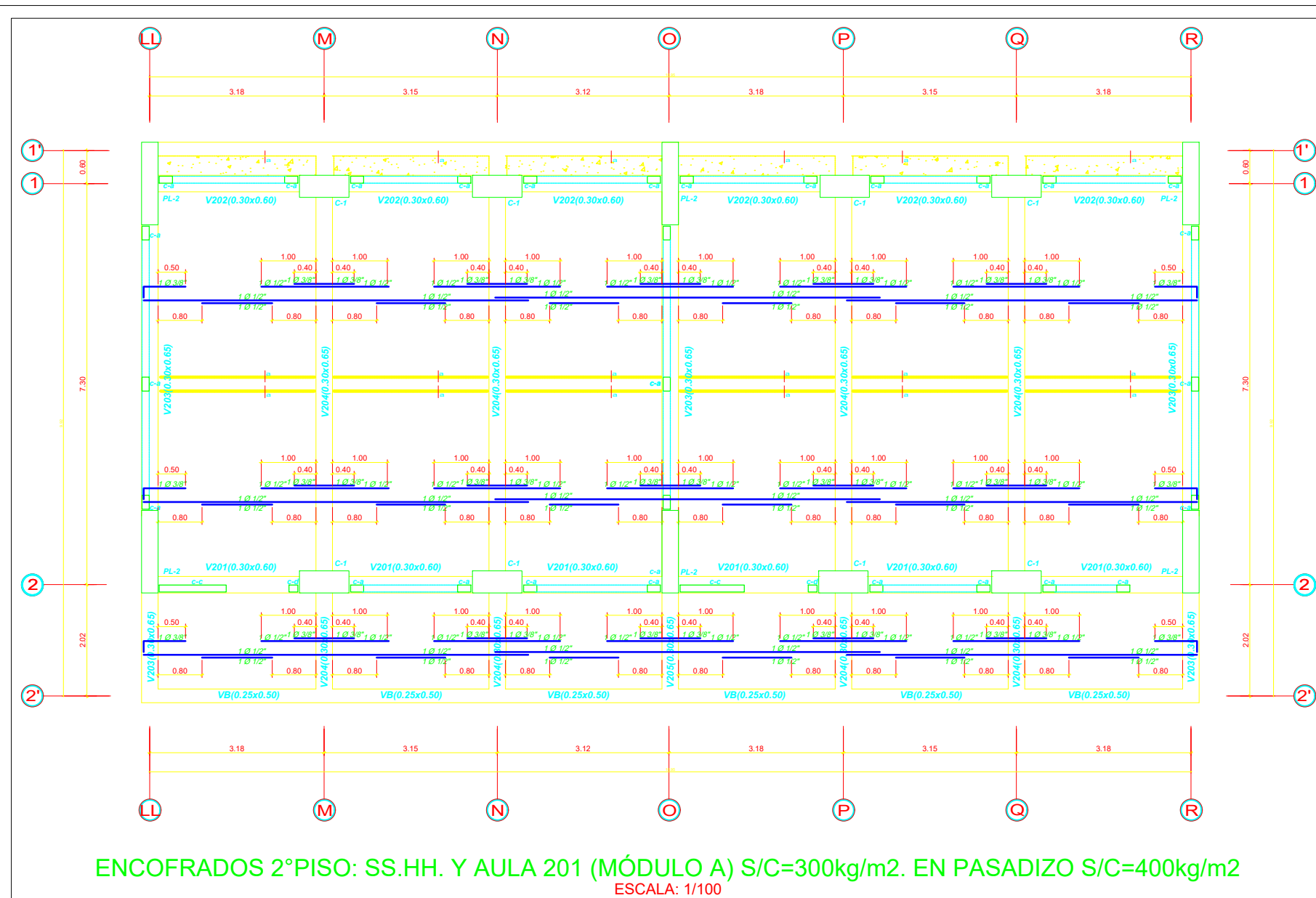
3. CARGAS

ALUS = 300 kg/m²
 PASADIZO = 400 kg/m²



TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCE / C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA : E-12
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. CAP. N° 9981	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	PLANO: MODULO A - PRIMER PISO
	ESTRUCTURA	ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. CAP. N° 66952	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARDOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO 2017



LEYENDA

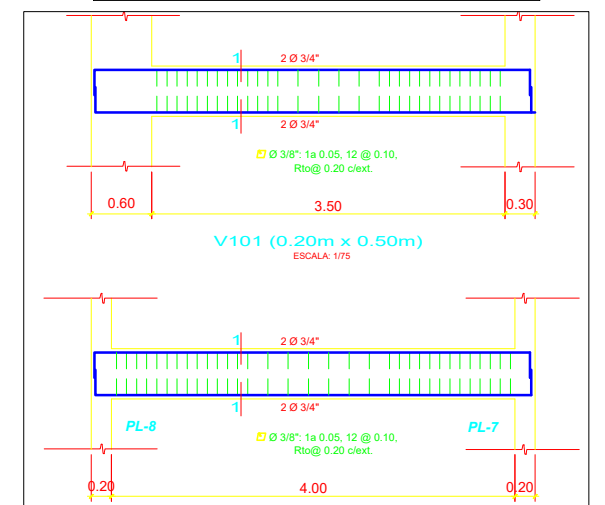
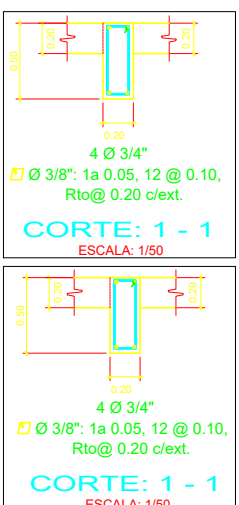
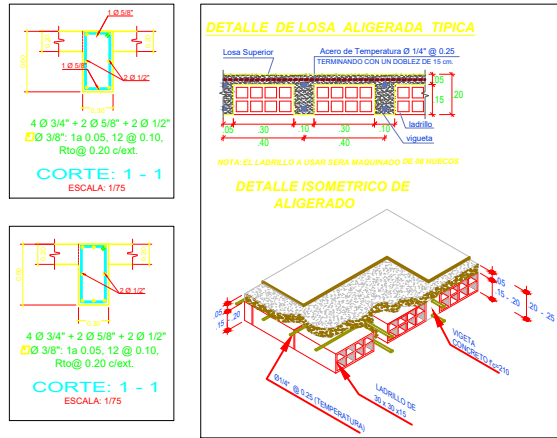
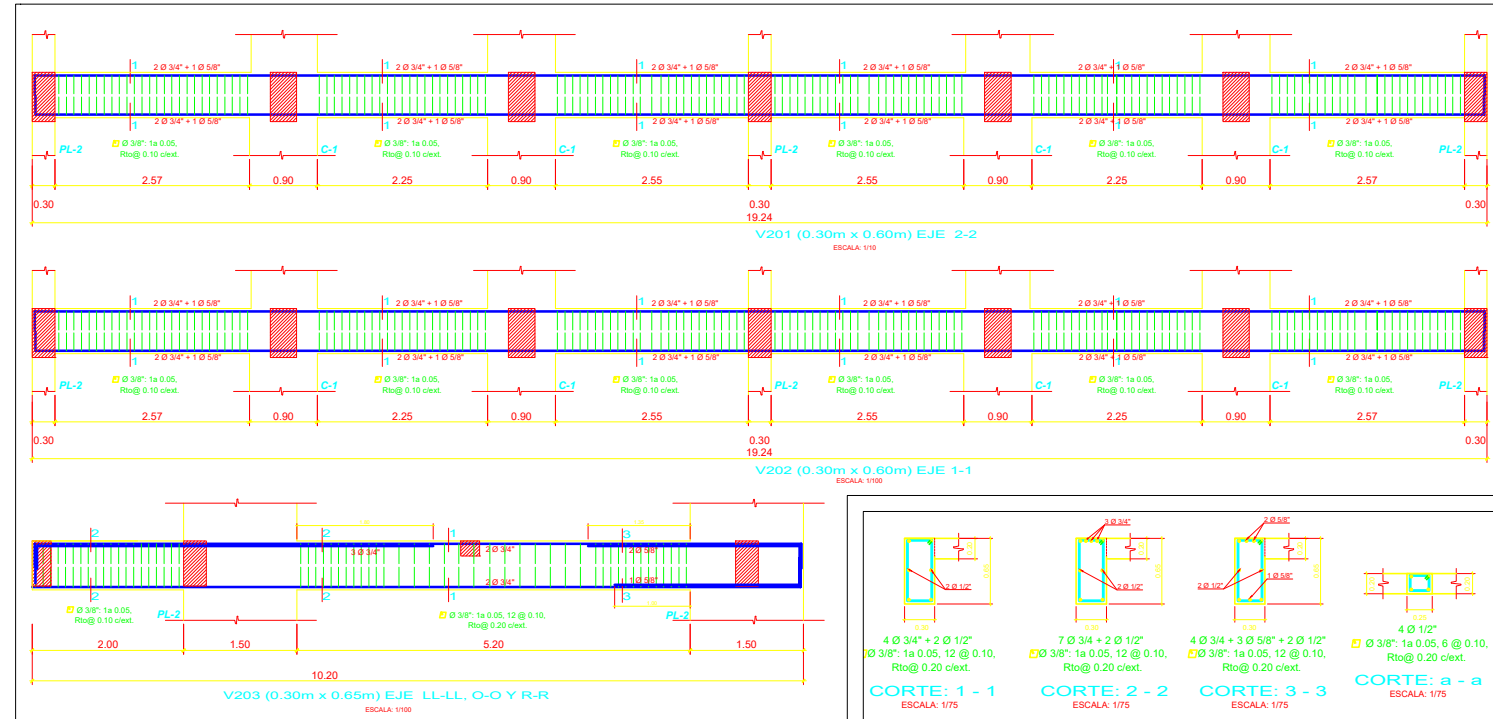
Viga Peraltada	
Viga Chata	
Columna	
Columna Projectada	

CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parametro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 8 (Sistema Aporticado)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.

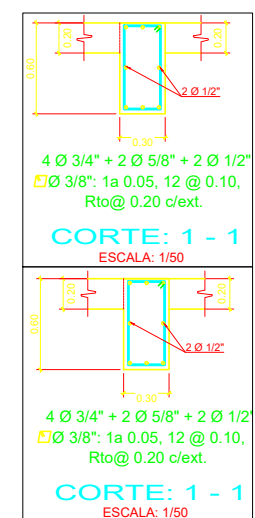
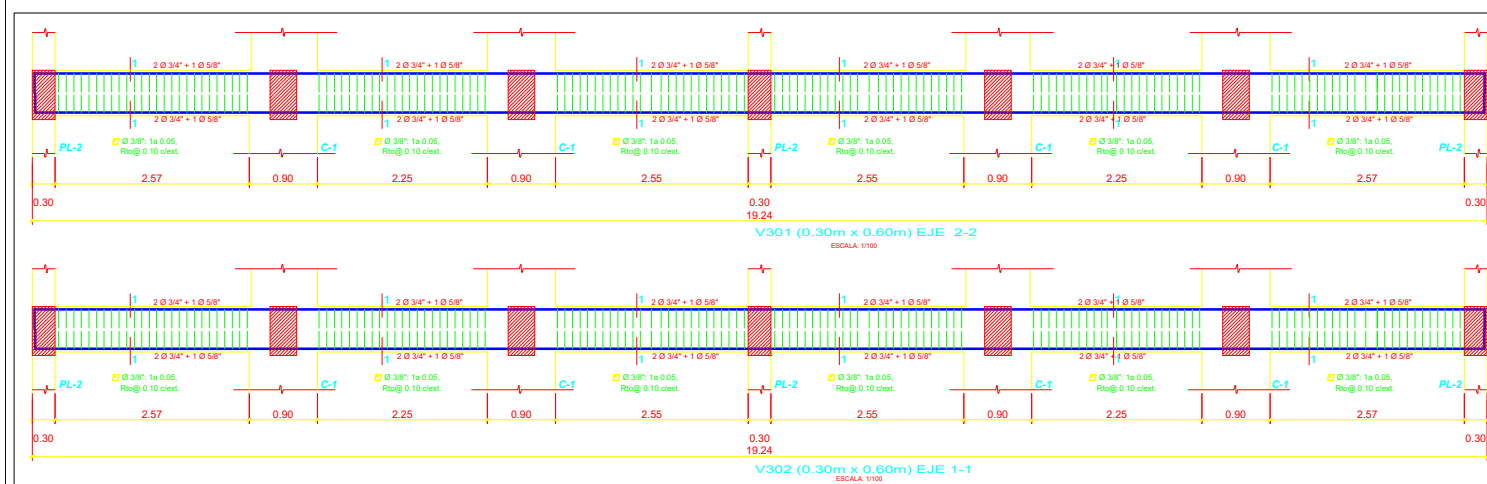
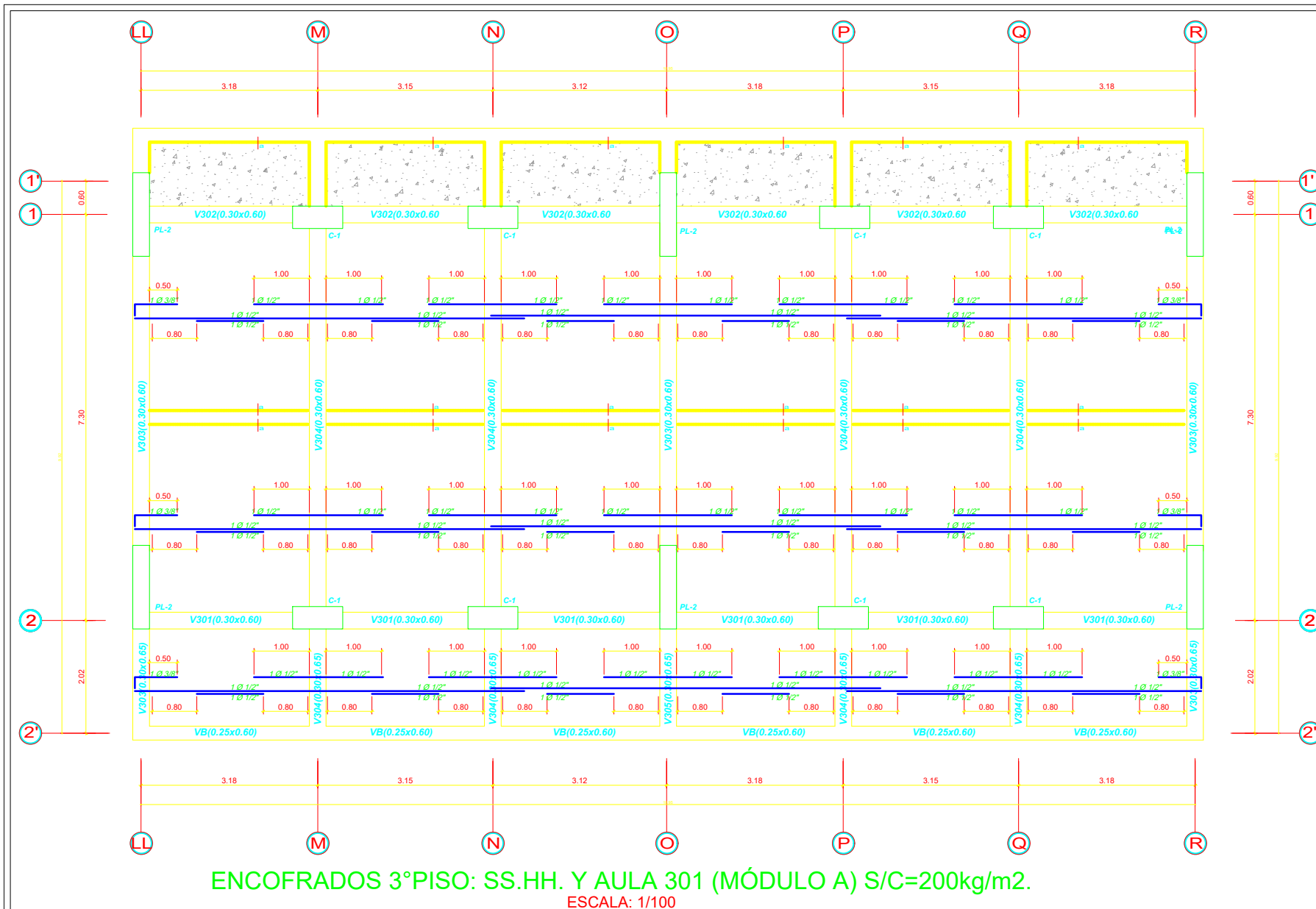
ESPECIFICACIONES GENERALES

- CONCRETO**
 - 1.1 CONCRETO SIMPLE:
 - CEMENTOS: CEMENTO + HORMIGON = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO + HORMIGON = 1 : 12
 - 1.2 CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f_{ck}=175 kg/cm², f_{ctd}=210 kg/cm²
 - RESTO: f_{ck}=210 kg/cm²
 - 1.3 ACERO DE REFUERZO: f_y=4200 kg/cm², Grado 60 ASTM A 615
 - 1.4 CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V
 - 1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I
 - 1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LISA DE CIMENTAC.: 7.5 lateral, 5.0 superior e inferior
 - COLUMNETAS: 2.5 cm
 - COLUMNAS: 3.5 cm
 - PLACAS: 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS: 2.0 cm
- MAMPOSTERIA**
 - TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial Tipo III, F_b = 50 kg/cm², F_m = 35 kg/cm², v_m = 5.1 kg/cm²
 - MORTER: CEMENTAREN+15, ESPESOR DE JUNTA: 2.50 cm
- CARGAS**
 - AULAS = 300 kg/m²
 - PASADIZO = 400 kg/m²



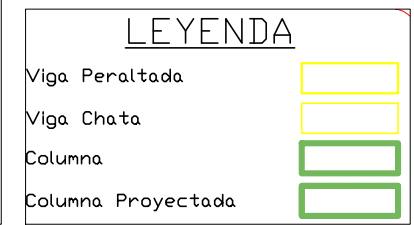
	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCE / C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-12
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
	ESTRUCTURA	PLANO: MODULO A - PRIMER PISO	
Especialista: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. C.A.P. N° 66952		Ubicación: AV. ATARJALPA N° 1050, CARRETERA A BASIS DE LOS INCAS, PROVINCIA CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO 2017

TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



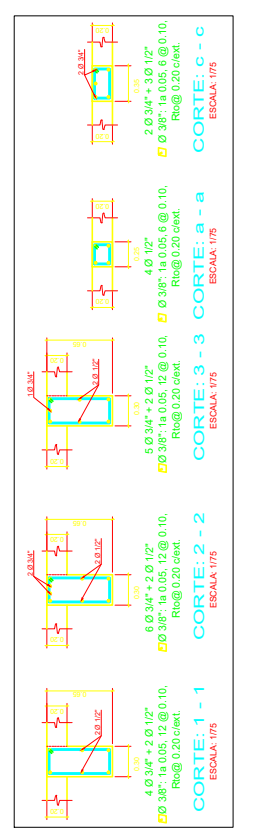
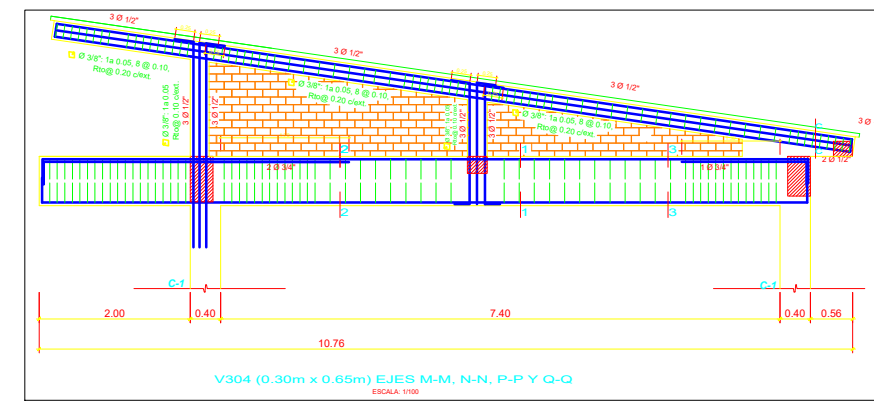
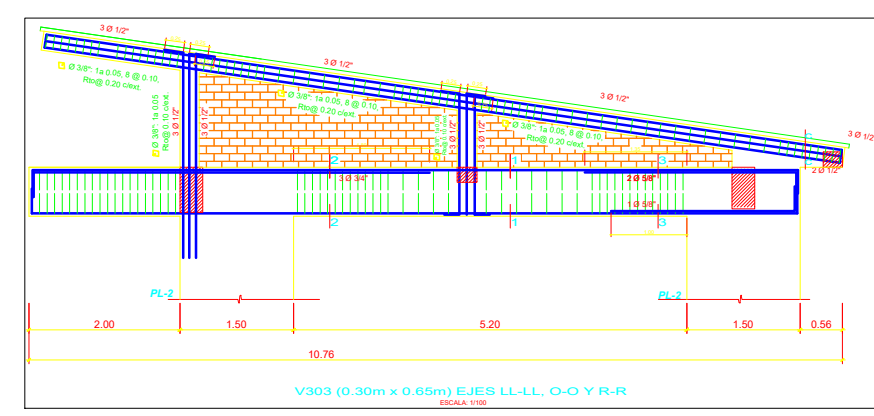
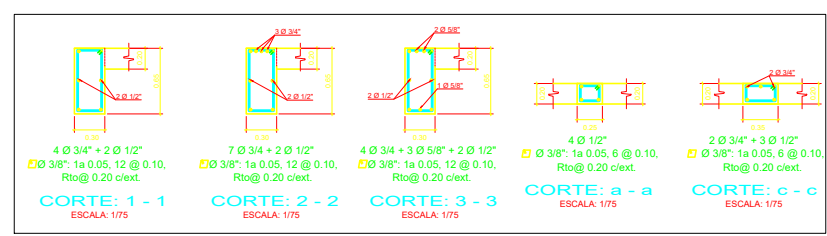
CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parámetro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 8 (Sistema Aporticado)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.



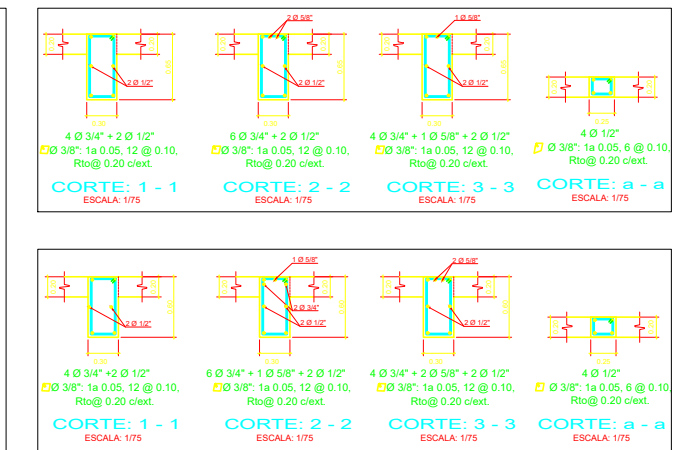
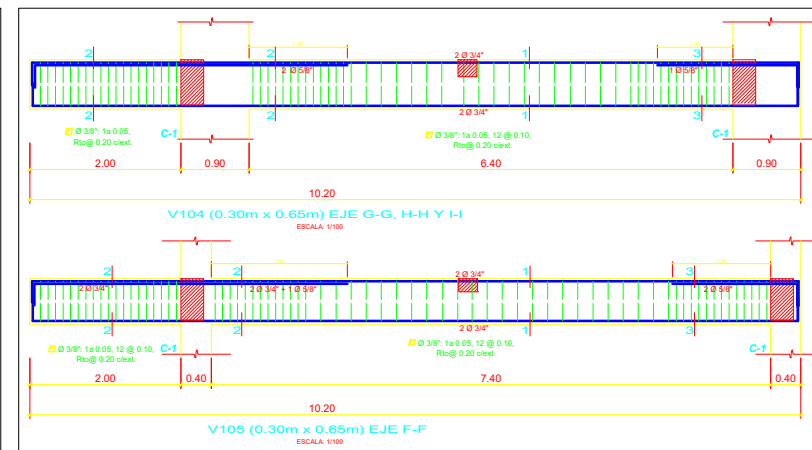
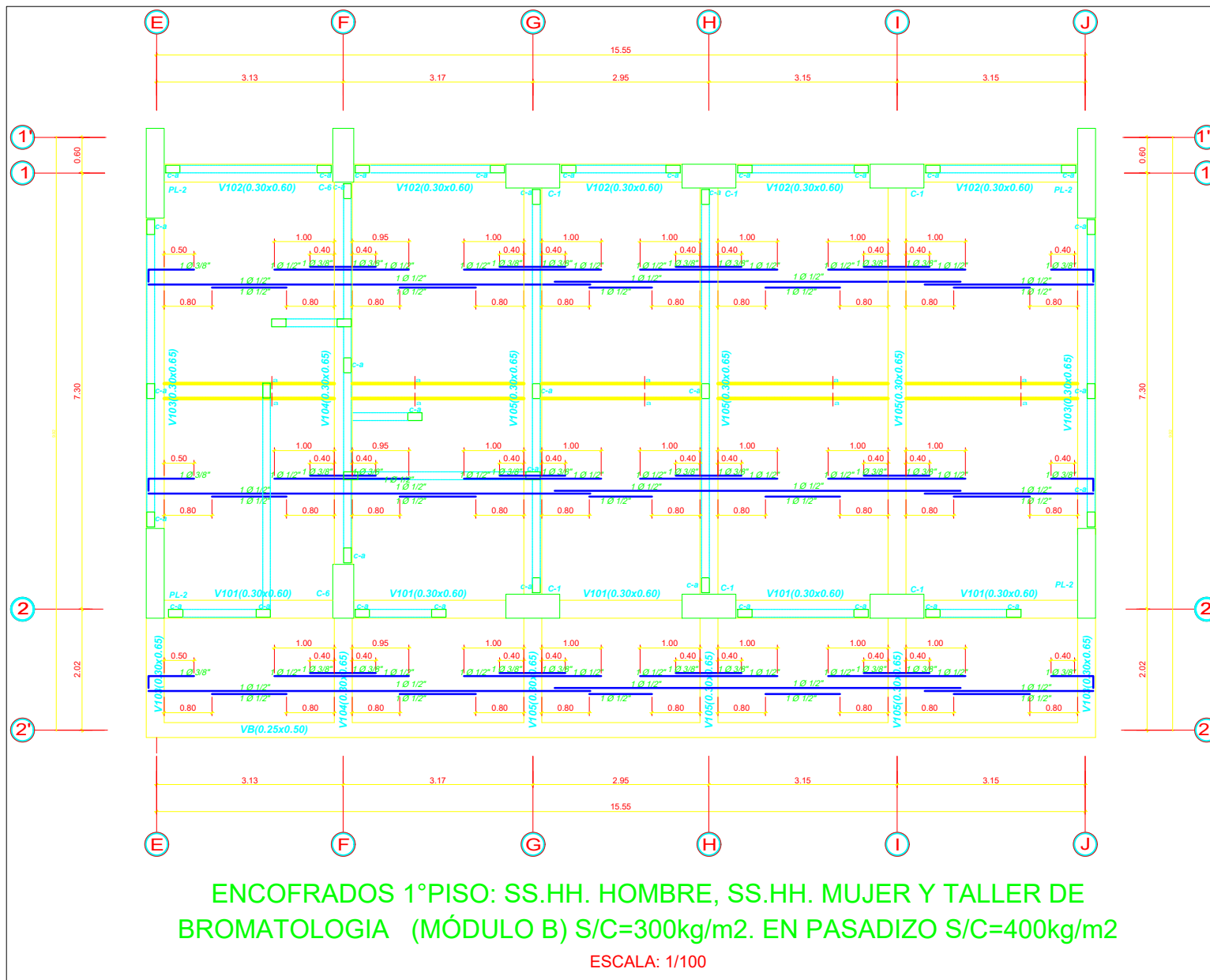
ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO	
1.1 CONCRETO SIMPLE:	
- CEMENTOS	CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA 1M 8"
- SUB-CEMENTOS Y SOLADOS	CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 12
1.2 CONCRETO ARMADO:	
- SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE	F _{cd} = 175 kg/cm ² F _{ctd} = 210 kg/cm ²
- RESTO :	
1.3 ACERO DE REFUERZO	F _y = 4200 kg/cm ² Grado 60 ASTM A 615
1.4 CEMENTO EN CIMENTACIÓN	PORTLAND TIPO V
1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA PORTLAND TIPO I	
1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:	
- ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC.	7.5 lateral 5.0 superior e inferior
- COLUMNETAS	2.5 cm
- COLUMNAS	3.5 cm
- PLACAS	2.0 cm
- VIGAS PERALTADAS	Superior 3.5 cm Inferior 4.0 cm Lateral 4.0 cm
- VIGAS CHATAS	Superior 3.0 cm Inferior 2.0 cm Lateral 2.0 cm
- ALIGERADOS	2.0 cm
2. MAMPUESTERÍA	
- TABIQUES	Ladrillo K.K. Industrial. Tipo III.
F _m = 50 kg/cm ²	F _n = 35 kg/cm ² V _m = 51 kg/cm ²
MORTER: CEMENTO:ARENA=1:5	ESPAESOR DE JUNTA = 2.5cm
3. CARGAS	
AULAS = 300 kg/m ²	
PASADIZO = 400 kg/m ²	



TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCC ; C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA : E-14
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. C.A.P. N° 66952	ESTRUCTURA	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	INDICADA JUNIO 2017



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:

- CIMENTOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
- SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:

- SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
- RESTO: f'c=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACIÓN: PORTLAND TIPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I

1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:

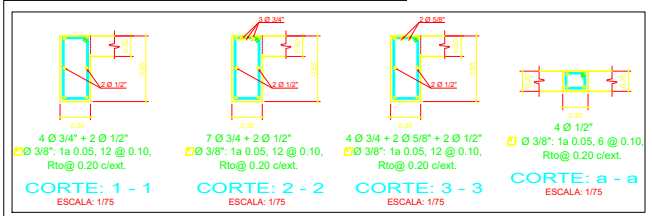
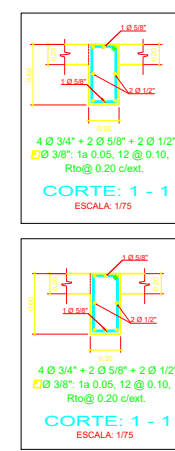
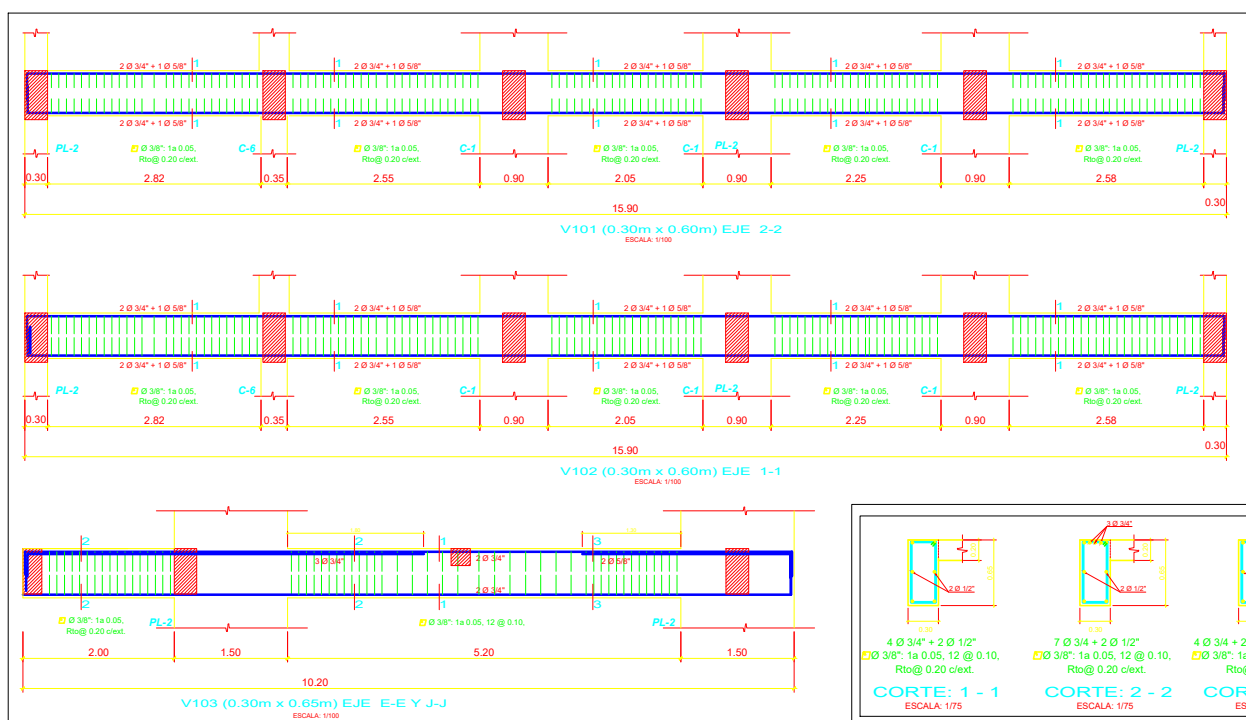
- ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
- 5.0 superior e inferior
- COLUMNETAS: 2.5 cm
- COLUMNAS: 3.5 cm
- PLACAS: 2.0 cm
- VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
- VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
- ALIGERADOS: 2.0 cm

2. MAMPOSTERÍA

- TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial, Tipo III. f'b = 50 kg/cm², f'm = 35 kg/cm², v'n = 5.1 kg/cm²
- MORTERO: CEMENTO:ARENA=1:5, ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm

3. CARGAS

- AULAS = 300 kg/m²
- PASADIZO = 400 kg/m²



LEYENDA

Viga Peralzada	
Viga Chata	
Columna	
Columna Projectada	

CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)

U = 1.50 (factor de uso)

S = 1.20 (parametro del suelo)

Tp = 1.00 seg

Tp = 1.60 seg

Rx = 8 (Sistema Aporticado)

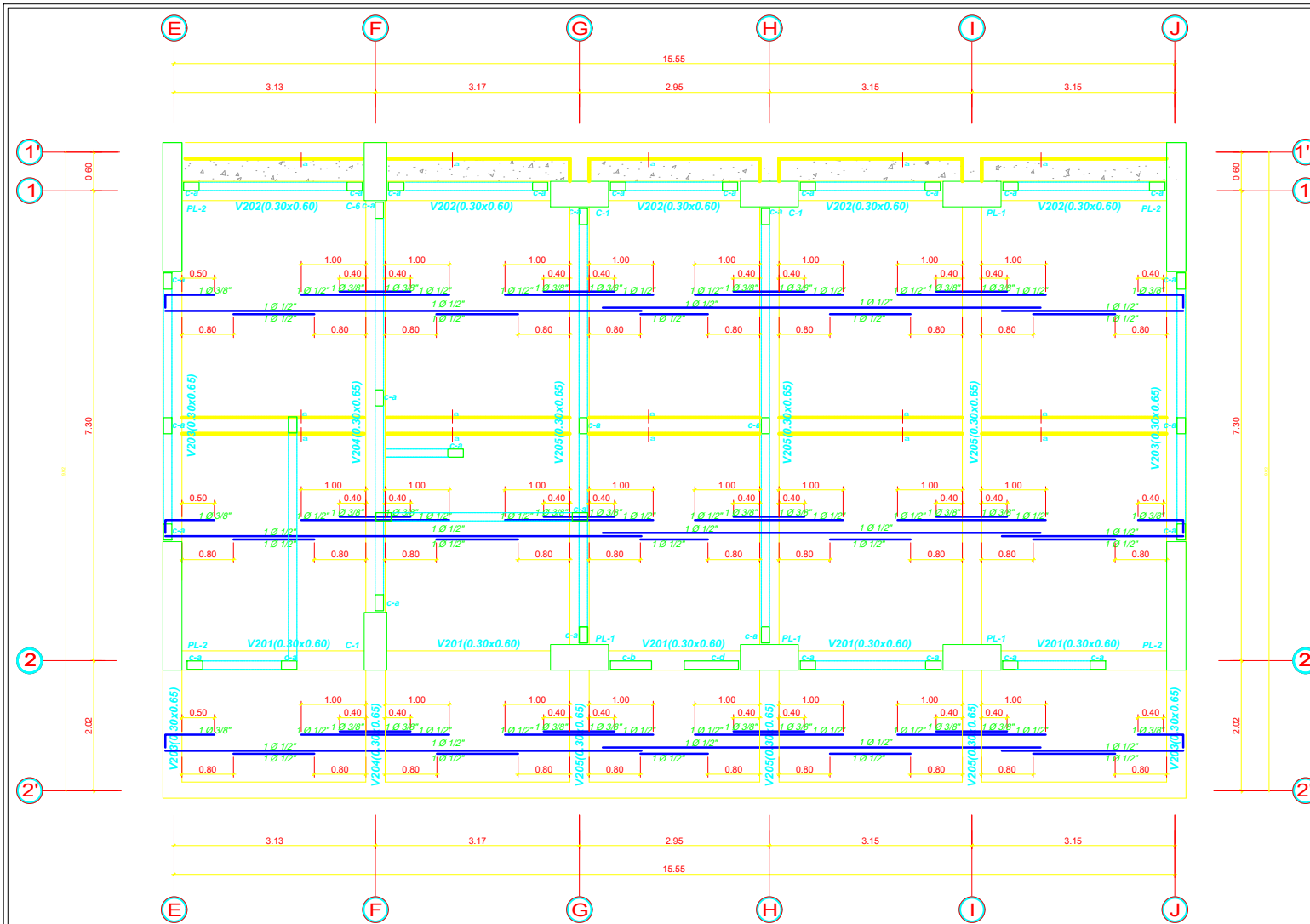
Ry = 7 (Sistema Dual)

Desplazamiento en primer piso X = 0.30 cm.

Desplazamiento en primer piso Y = 0.20 cm.

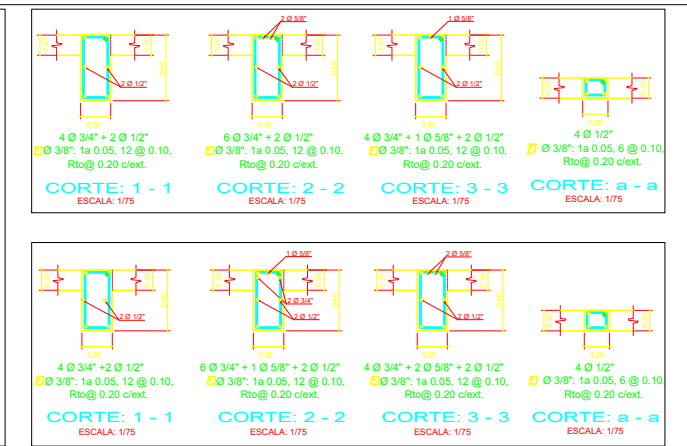
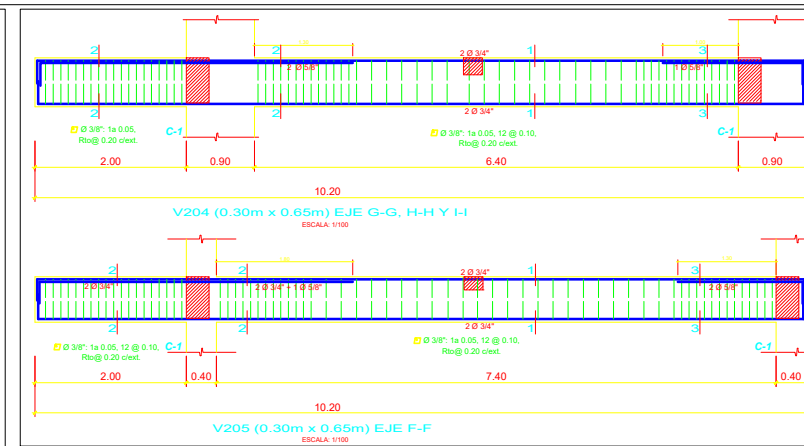
TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCE. N° C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA : <h1 style="font-size: 4em;">E-15</h1>
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. CAP. N° 9881	PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	PLANO: <h2 style="text-align: center;">MÓDULO B - PRIMER PISO</h2>
ESTRUCTURA	UBICACIÓN : AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIOS DE LOS INCAS PROV. INCA, CAJAMARCA, REG. INCA	ESCALA : INDICADA	FECHA : JUNIO 2017

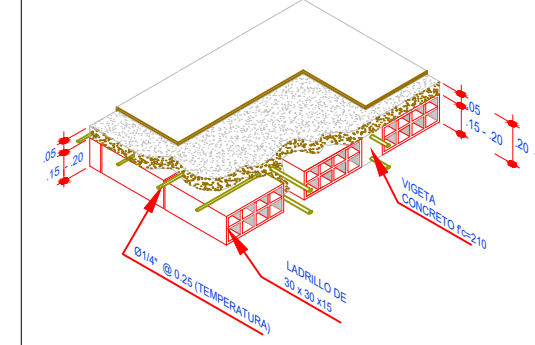


ENCOFRADOS 2º PISO: SS.HH. HOMBRE, SS.HH. MUJER Y AULA 201
(MÓDULO B) S/C=300kg/m². EN PASADIZO S/C=400kg/m²

ESCALA: 1/100



DETALLE ISOMETRICO DE ALIGERADO



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:

- CIMENTOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
- SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:

- SOLAPAMIENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
- RESTO: f'c=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO

f_y=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I

1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:

- ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
- 5.0 superior e inferior
- COLUMNETAS 2.5 cm
- COLUMNAS 3.5 cm
- PLACAS 2.0 cm
- VIGAS PERALTADAS Superior 3.5 cm
- Inferior 4.0 cm
- Lateral 4.0 cm
- VIGAS CHATAS Superior 3.0 cm
- Inferior 2.0 cm
- Lateral 2.0 cm
- ALIGERADOS 2.0 cm

2 MAMPOSTERÍA

- TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial. Tipo III. f' = 50 kg/cm² f'm = 35 kg/cm² v'm = 5.1 kg/cm²
- MORTER: CEMENTO:ARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm

3 CARGAS

- AULAS = 300 kg/m²
- PASADIZO = 400 kg/m²

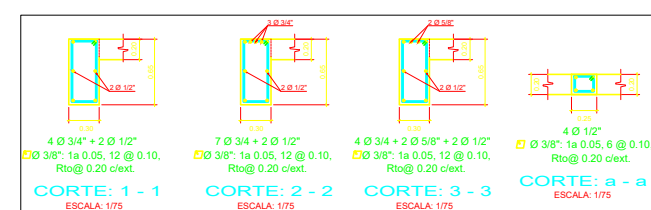
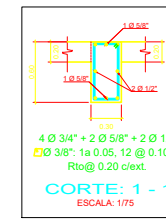
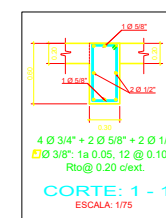
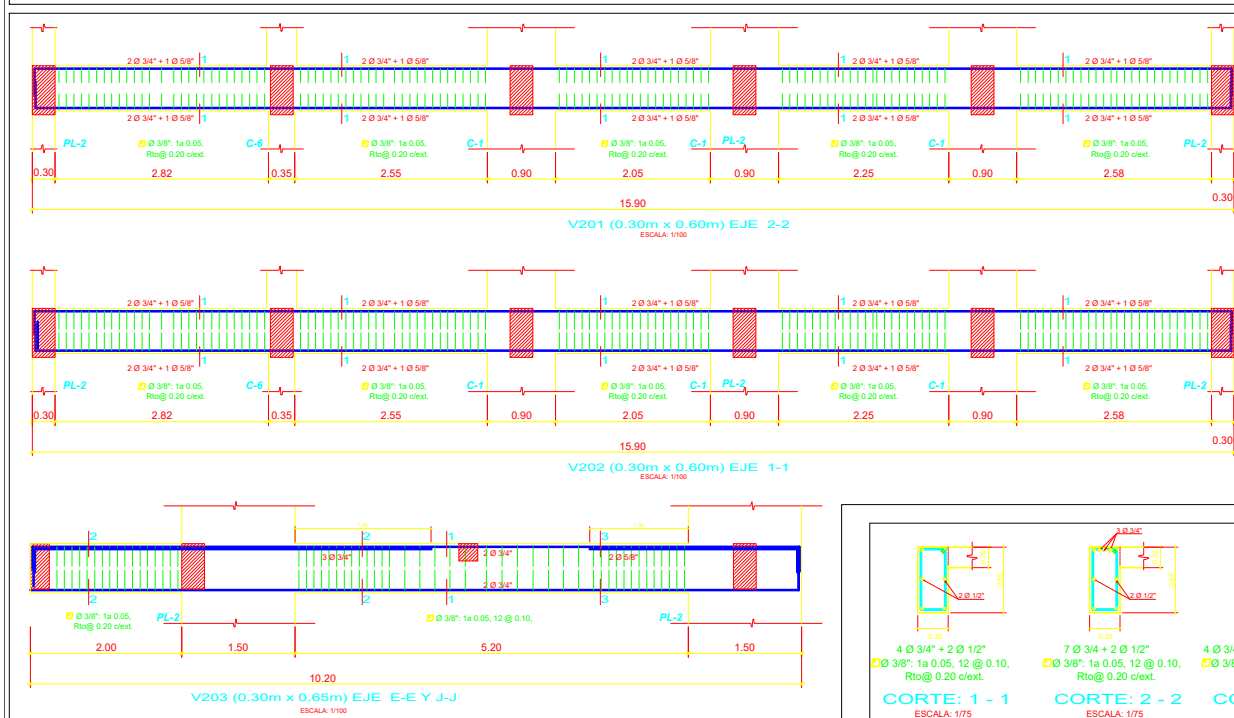
LEYENDA

- Viga Peraltada
- Viga Chata
- Columna
- Columna Proyectada

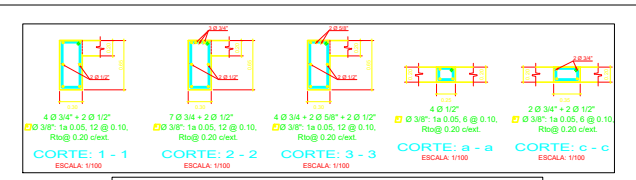
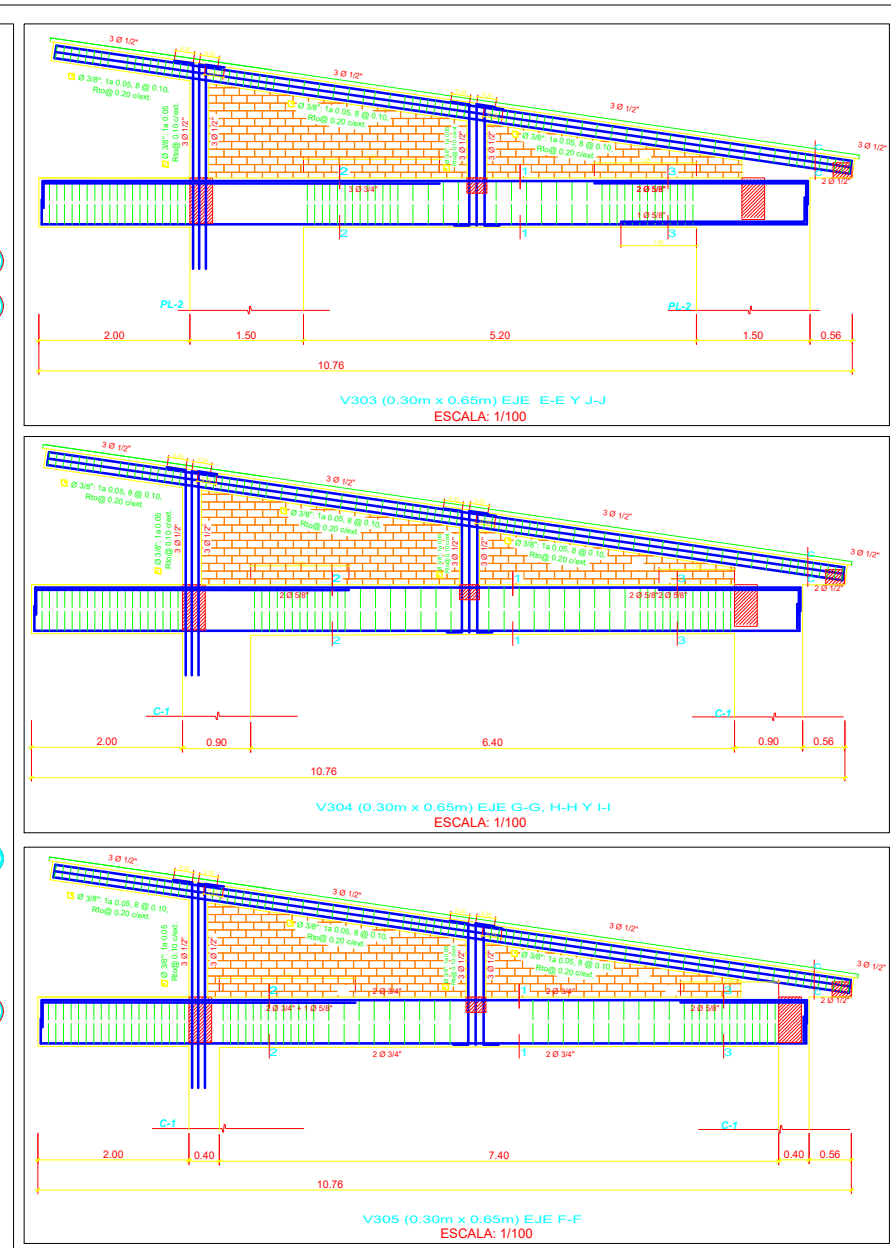
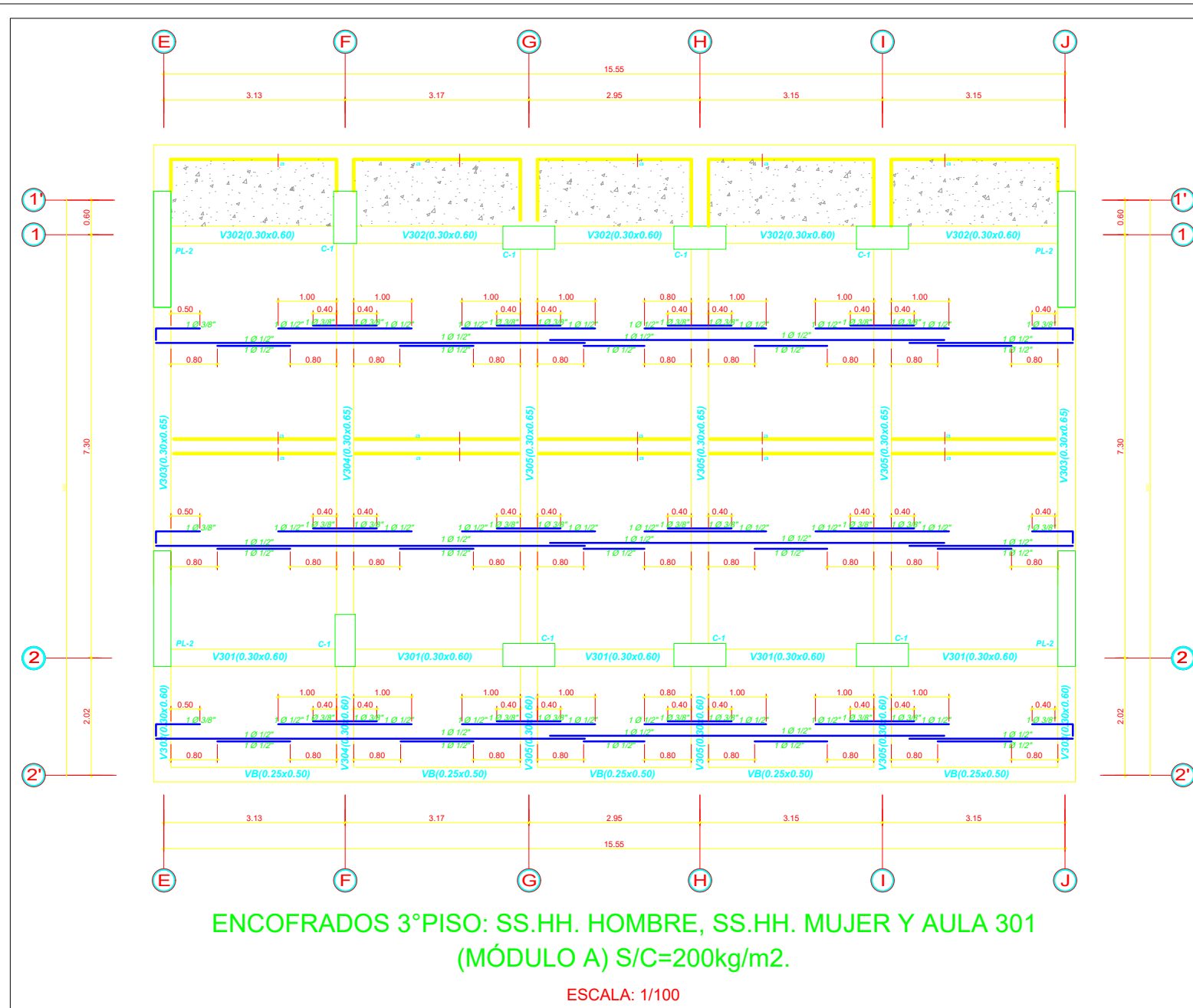
CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

- Z = 0.35 (factor de zona)
- U = 1.50 (factor de uso)
- S = 1.20 (parametro del suelo)
- T_p = 1.00 seg
- T_p = 1.60 seg
- R_x = 8 (Sistema Apertado)
- R_y = 7 (Sistema Dual)
- Desplazamiento en primer piso X = 0.30 cm.
- Desplazamiento en primer piso Y = 0.20 cm.

TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

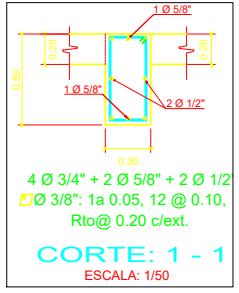
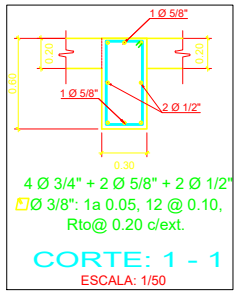
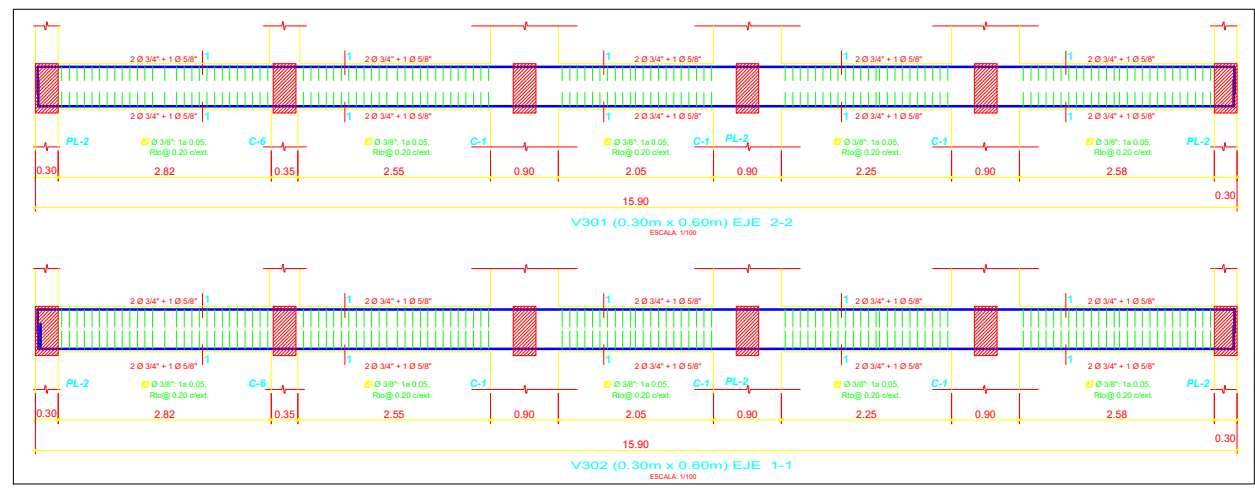
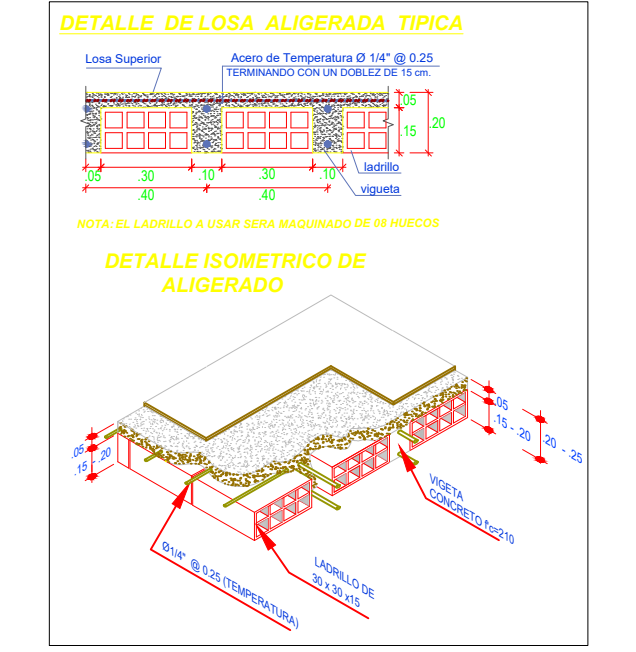
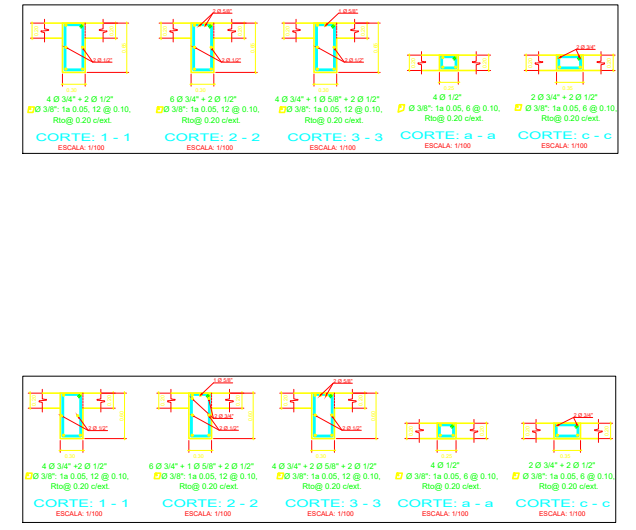


	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE N° C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-16
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
ESTRUCTURA		PLANO: MODULO B - PRIMER PISO	ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLD SAENZ REG. C.A.P. N° 66952
UBICACION: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA		INDICADA: JUNIO 2017	



CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parametro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 8 (Sistema Aperticado)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.30 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.20 cm.



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
 - RESTO: f'c=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACIÓN: PORTLAND TIPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I

1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
 5.0 superior e inferior
 - COLUMNETAS 2.5 cm
 - COLUMNAS 3.5 cm
 - PLACAS 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS Superior 3.5 cm
 Inferior 4.0 cm
 Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS Superior 3.0 cm
 Inferior 2.0 cm
 Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS 2.0 cm

2. MAMPONERÍA

- TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial, Tipo III.
 f'b = 50 kg/cm² f'n = 35 kg/cm² v'n = 5.1 kg/cm²
 MORTERO: CEMENTO:ARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm

3. CARGAS

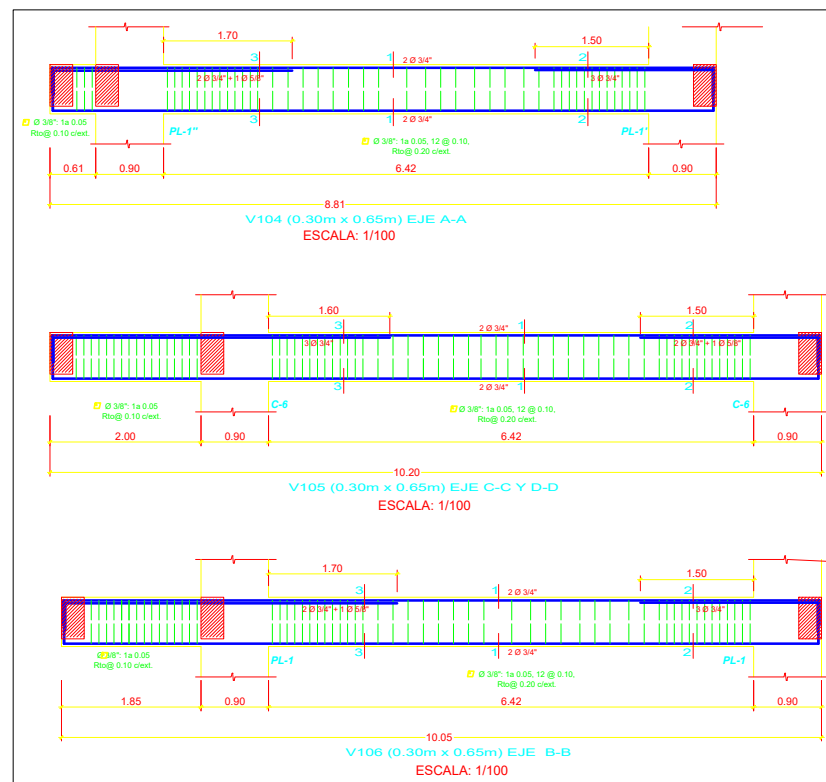
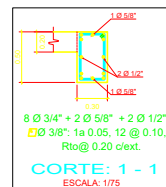
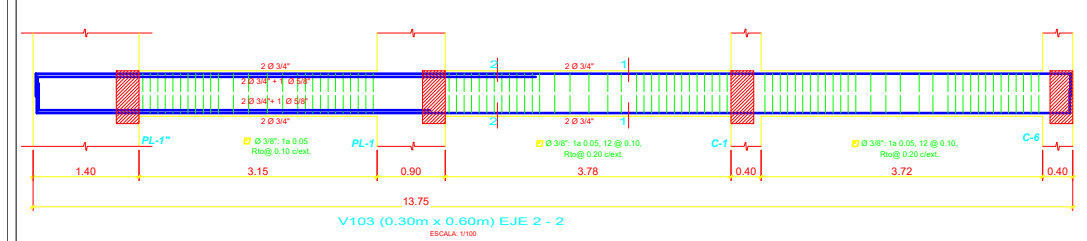
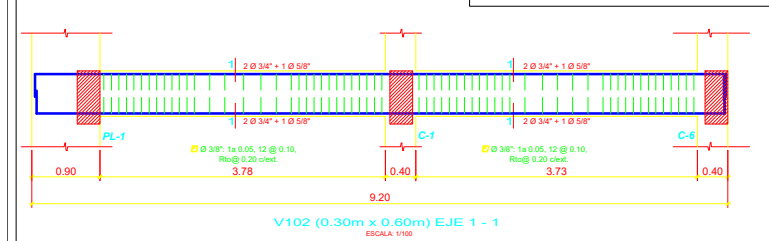
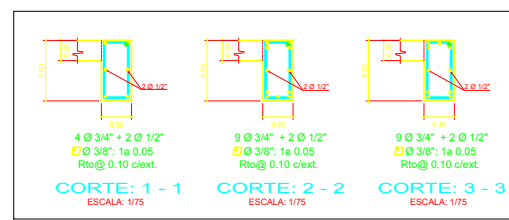
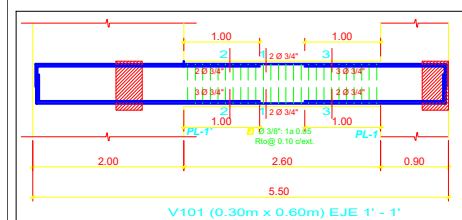
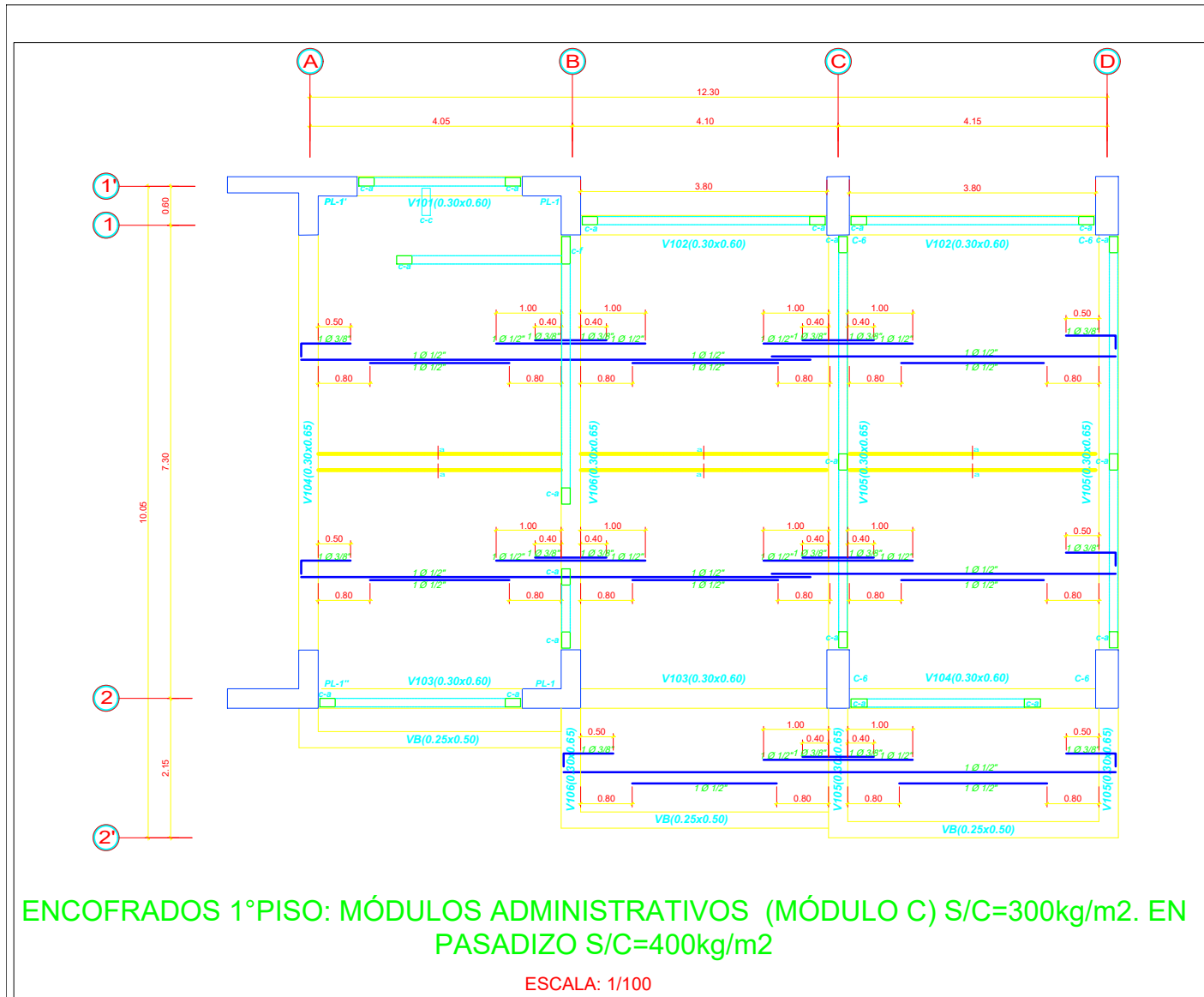
AULAS = 300 kg/m²
 PASADIZO = 400 kg/m²

LEYENDA

Viga Peraltada	
Viga Chata	
Columna	
Columna Projectada	

TOMADO DEL EXPEDIENTE: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DISE. J. CI1850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-17
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. CAP. N° 9881	PLANO: MODULO B - TERCER PISO	ESPECIALISTA: ING. CARLOS PEDRO SANCHEZ REG. CAP. N° 64952
ESTRUCTURA		AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A JIMBO DE LOS INDIAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA INDICADA JUNIO 2017	



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:
- CIMENTOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
- SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO: HORMIGÓN = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:
- SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
- RESTO: f'c=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I

1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
- ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC.: 7.5 lateral
5.0 superior e inferior

- COLUMNETAS: 2.5 cm
- COLUMNAS: 3.5 cm
- PLACAS: 2.0 cm

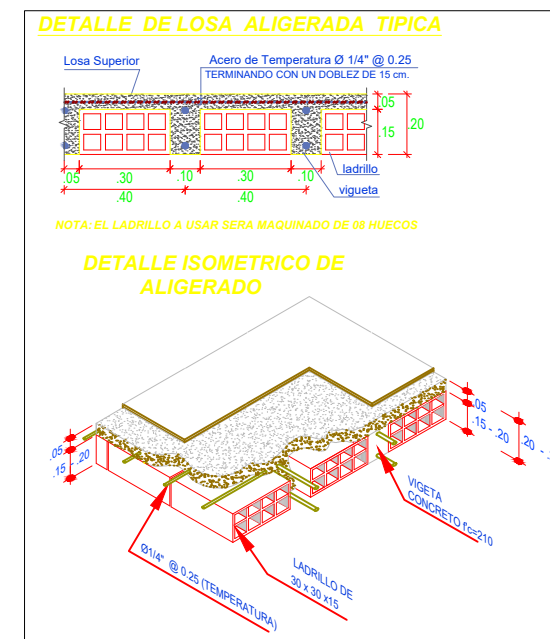
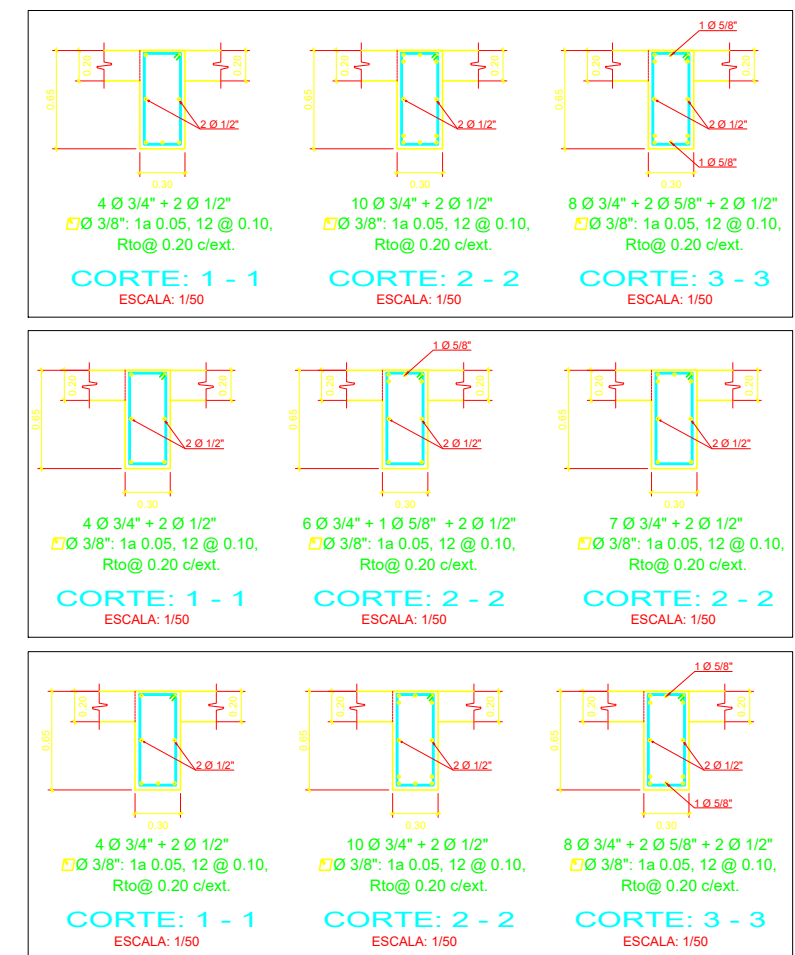
- VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
- VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
- ALIGERADOS: 2.0 cm

2. MAMPONERÍA

- TABIQUES: Ladrillo KK Industrial Tipo III, f'b = 50 kg/cm², f'n = 35 kg/cm², v'n = 5.1 kg/cm²
- MORTER DE CEMENTO-ARENA: 1:5, ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm

3. CARGAS

AULAS = 300 kg/m²
PASADIZO = 400 kg/m²

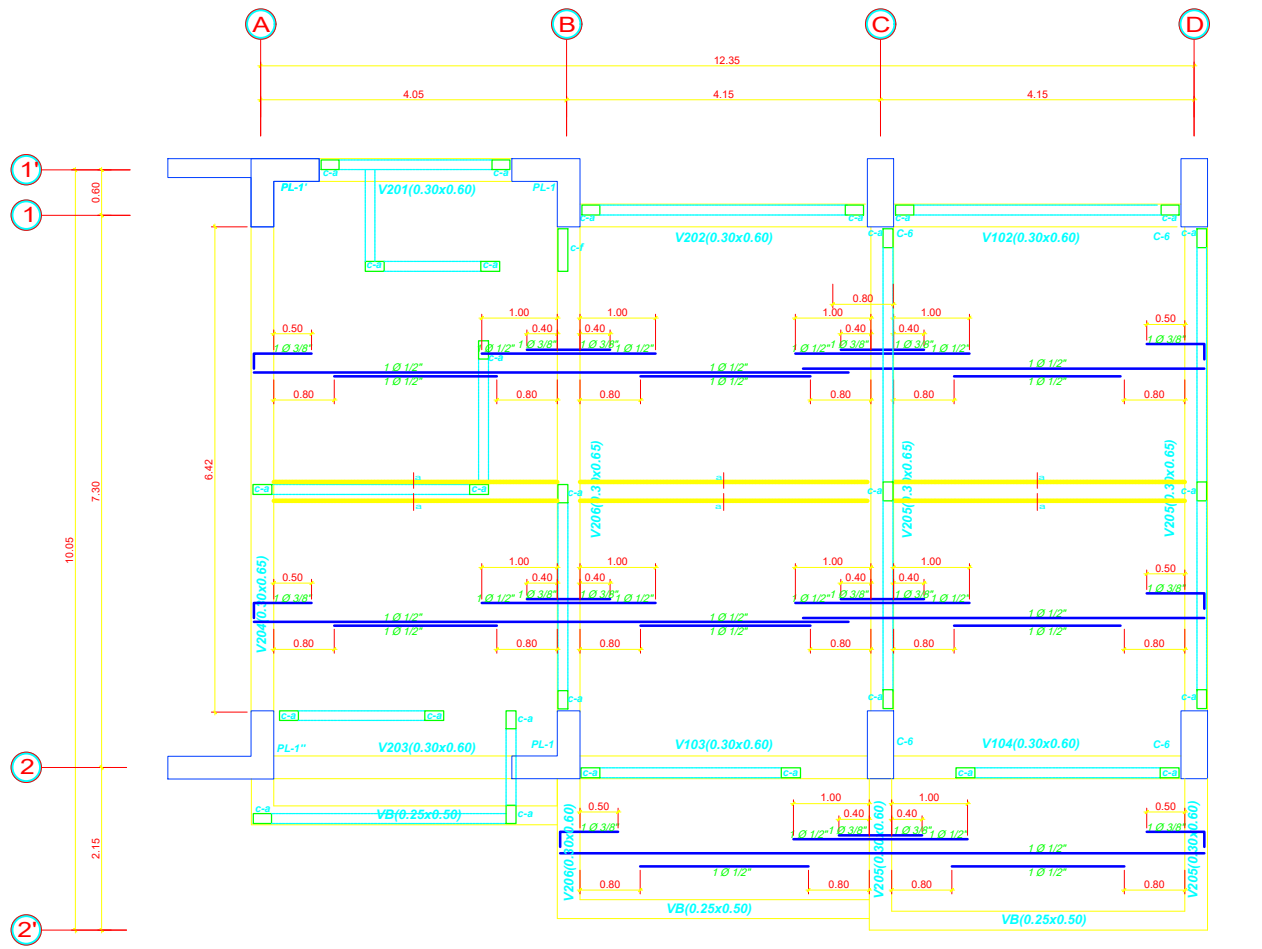


CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

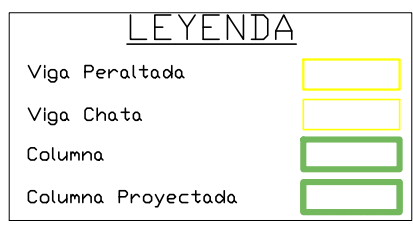
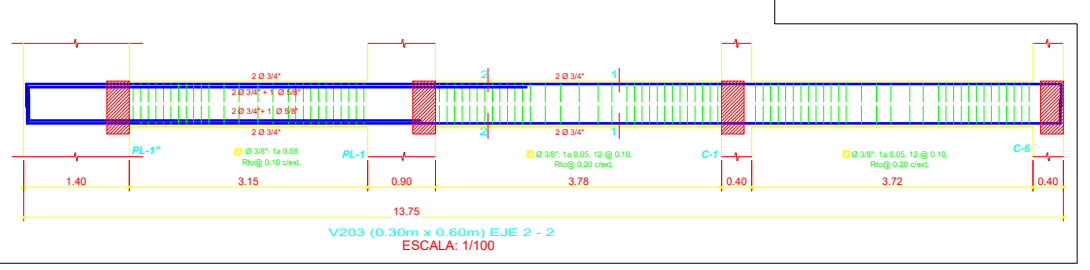
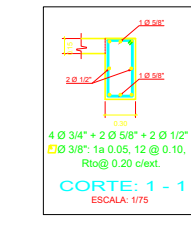
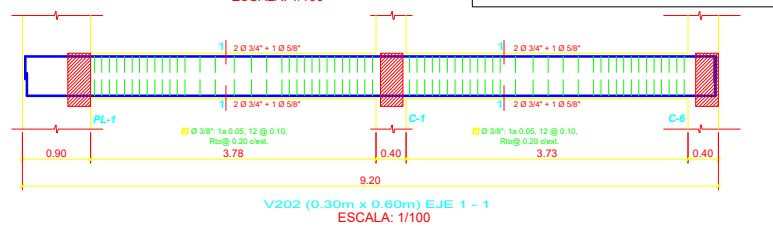
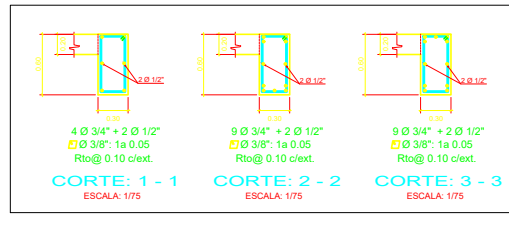
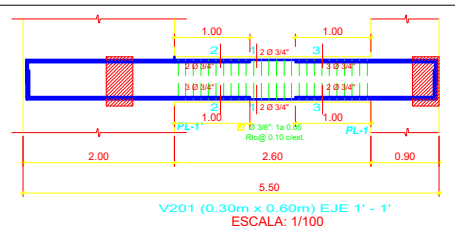
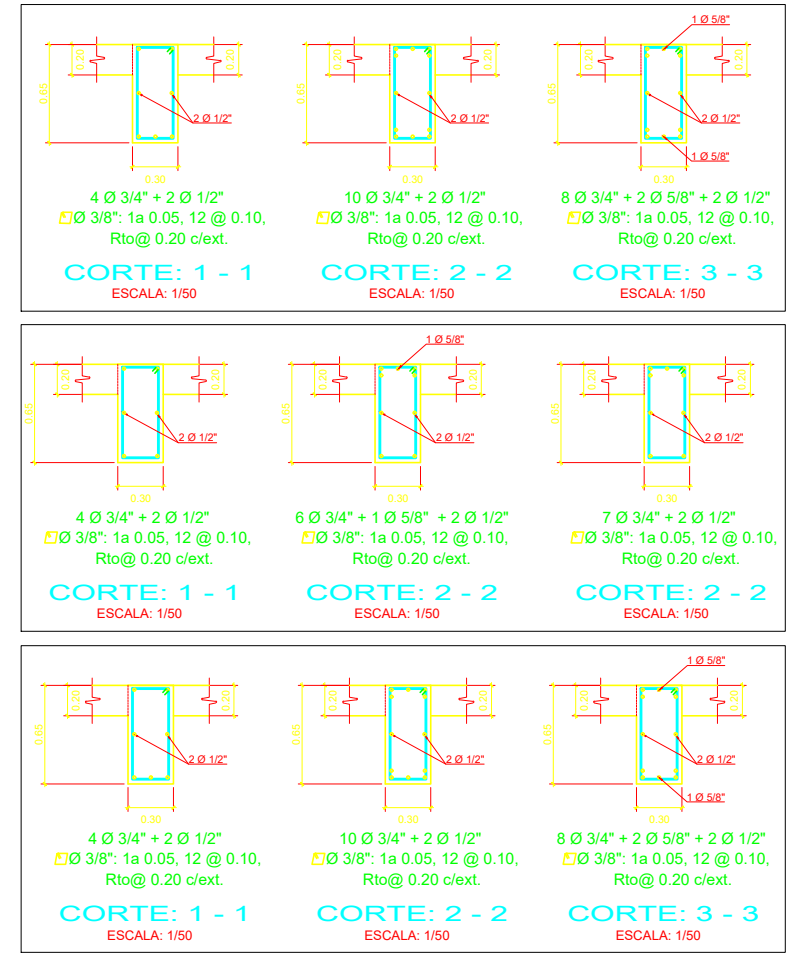
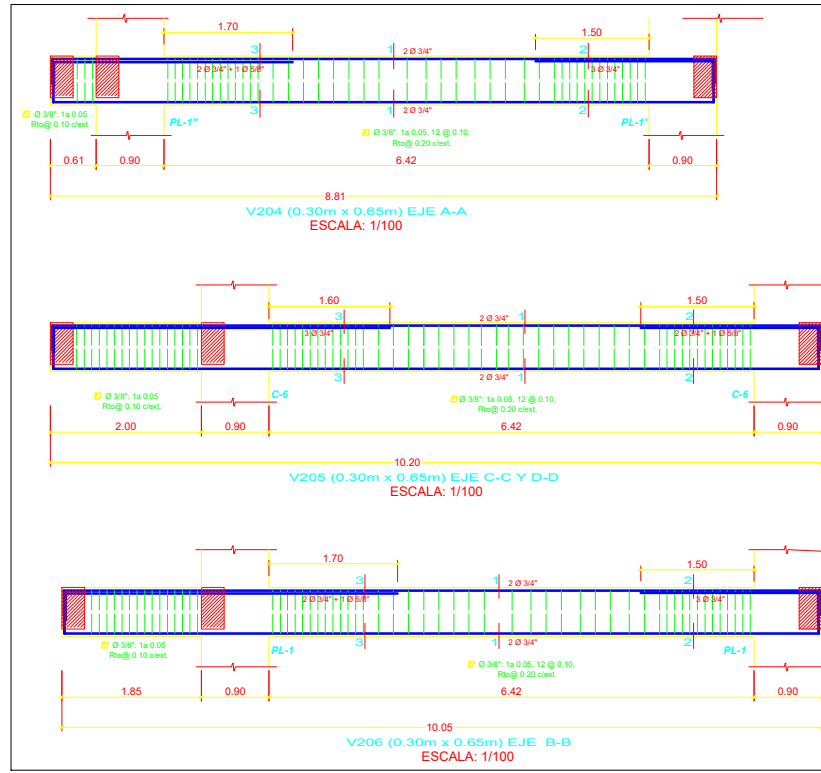
Z = 0.35 (factor de zona)
U = 1.50 (factor de uso)
S = 1.20 (parametro del suelo)
Tp = 1.00 seg
Tp = 1.60 seg
Rx = 7 (Sistema Dual)
Ry = 7 (Sistema Dual)
Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.

TOMADO DEL EXPEDIENTE: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. OSCE N° C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-18
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA" PLANO: MODULO C - PRIMER PISO	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS PDLÓ SAENZ REG. C.A.P. N° 66952	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA	INDICADA: JUNIO 2017	



ENCOFRADOS 2°PISO: DORMITORIO 02, KITCHENET Y TALLER DE ALOJAMIENTO (MÓDULO C) S/C=300kg/m². EN PASADIZO S/C=400kg/m²
 ESCALA: 1/100



ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO

1.1 CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO + HRMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO + HRMIGÓN = 1 : 12

1.2 CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
 - RESTO: f'c=210 kg/cm²

1.3 ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615

1.4 CEMENTO EN CIMENTACIÓN: PORTLAND TIPO V

1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I

1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC.: 7.5 lateral, 5.0 superior e inferior
 - COLUMNETAS: 2.5 cm
 - COLUMNAS: 3.5 cm
 - PLACAS: 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS: 2.0 cm

2. MAMPOSTERÍA

- TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial Tipo III. f'm = 35 kg/cm² v'n = 5.1 kg/cm²
 - MORTERO: CEMENTO:ARENA=1:5 ESPESES DE JUNTA: 2.50cm

3. CARGAS
 AULAS = 300 kg/m²
 PASADIZO = 400 kg/m²

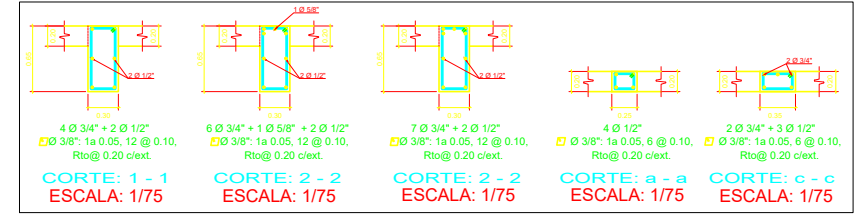
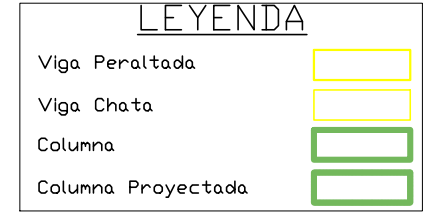
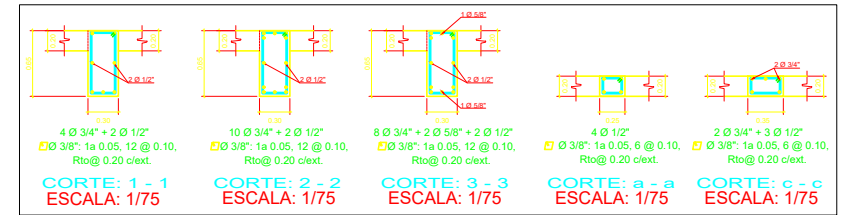
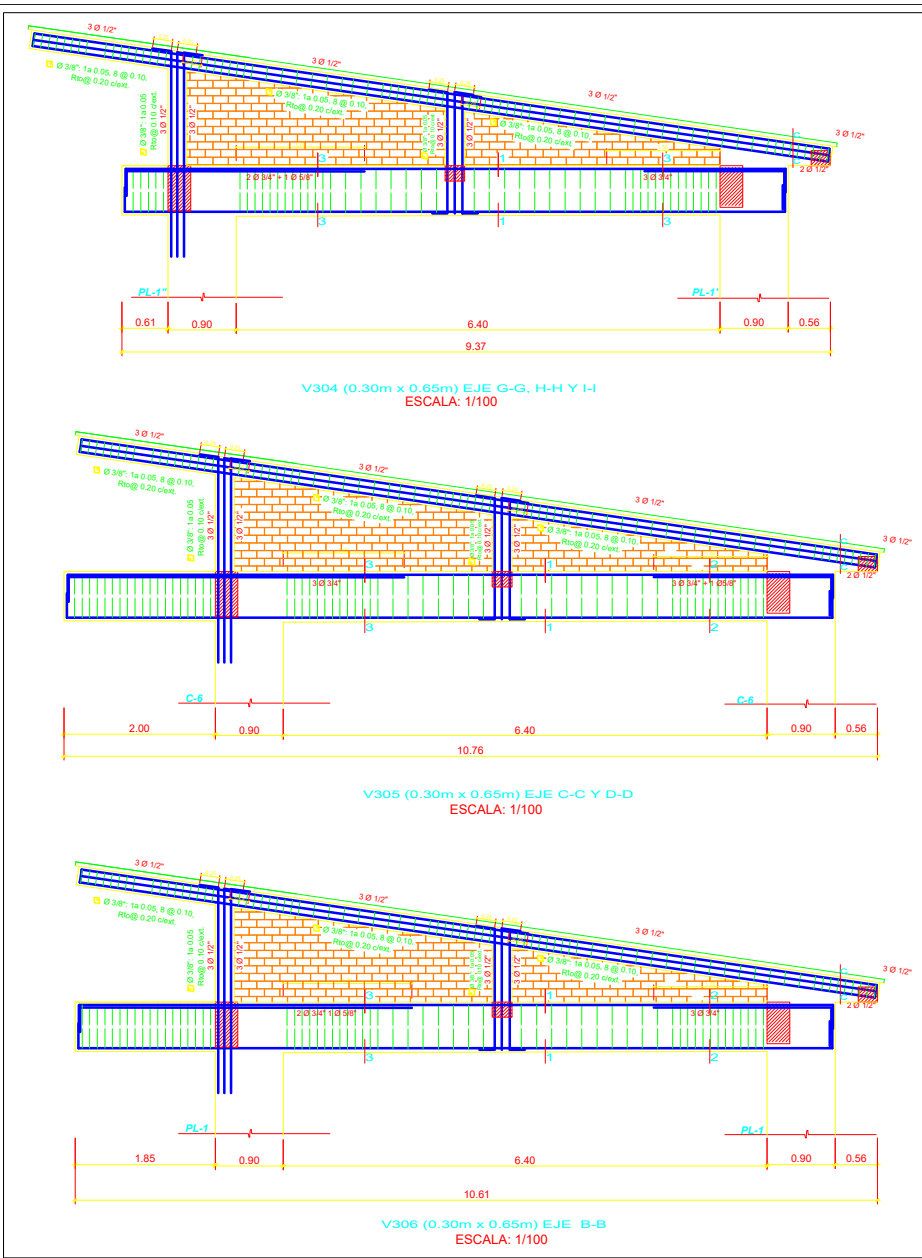
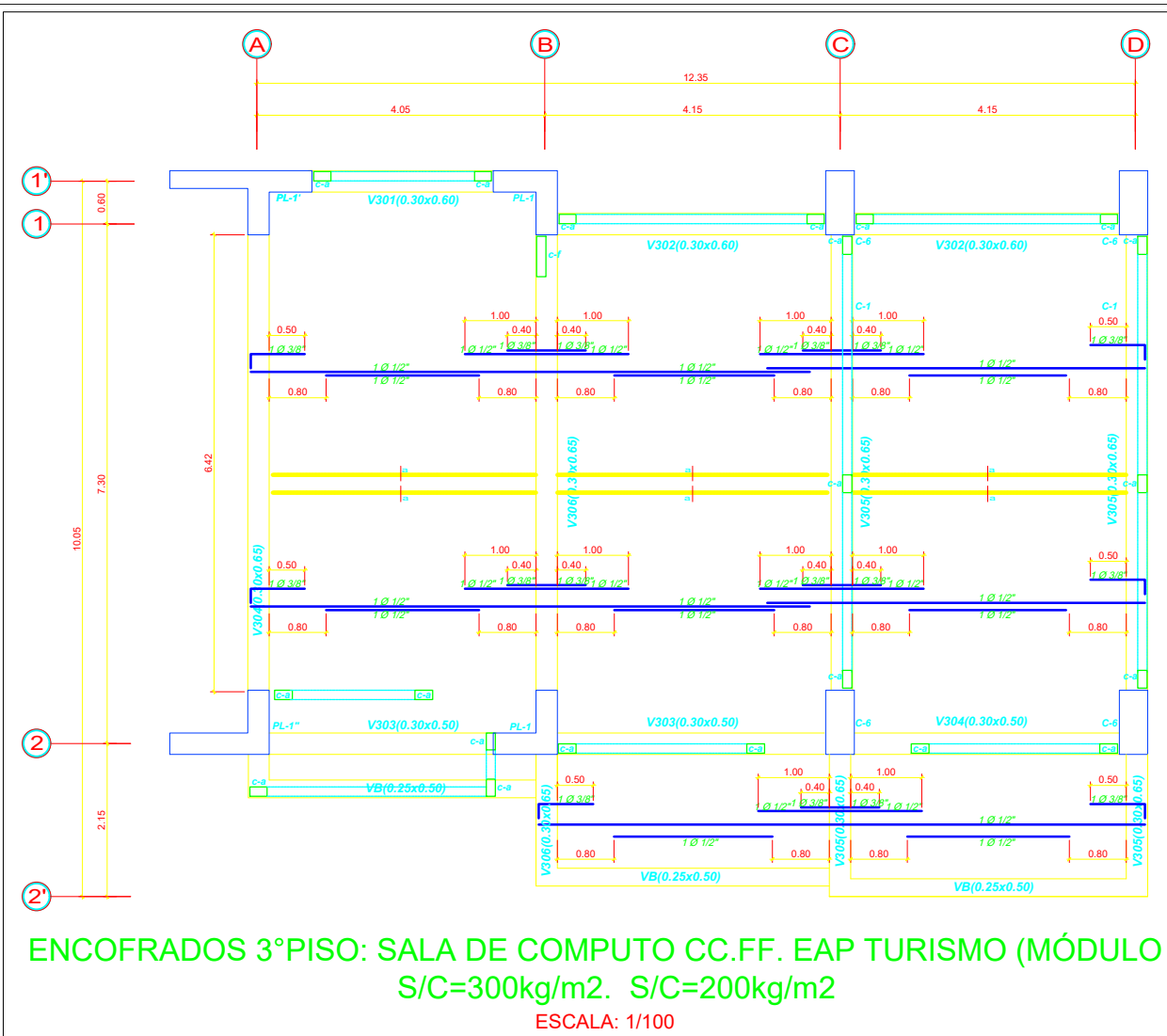


CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parametro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 7 (Sistema Dual)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.

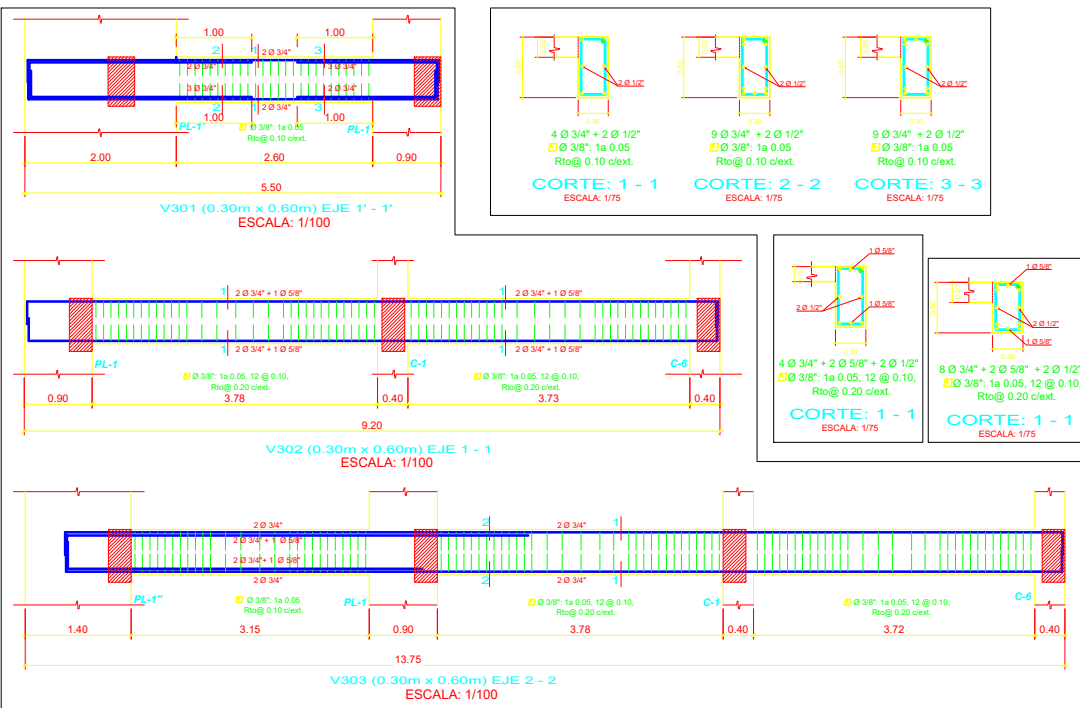
TOMADO DEL EXPEDIENTE: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCC: C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-19
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. CAP. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
ESTRUCTURA		PLANO: MODULO C - SEGUNDO PISO	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. CAP. N° 66952		UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARDOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA	



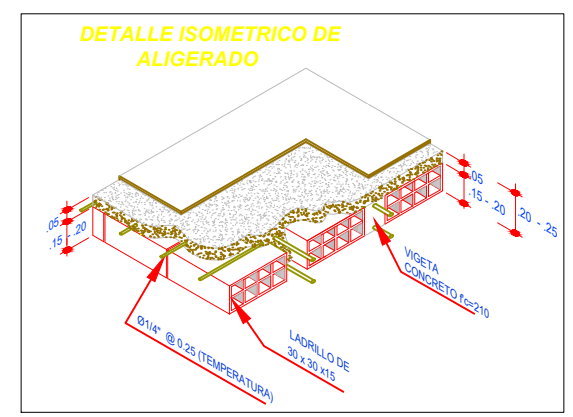
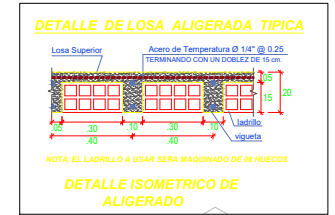
CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parámetro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 7 (Sistema Dual)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.



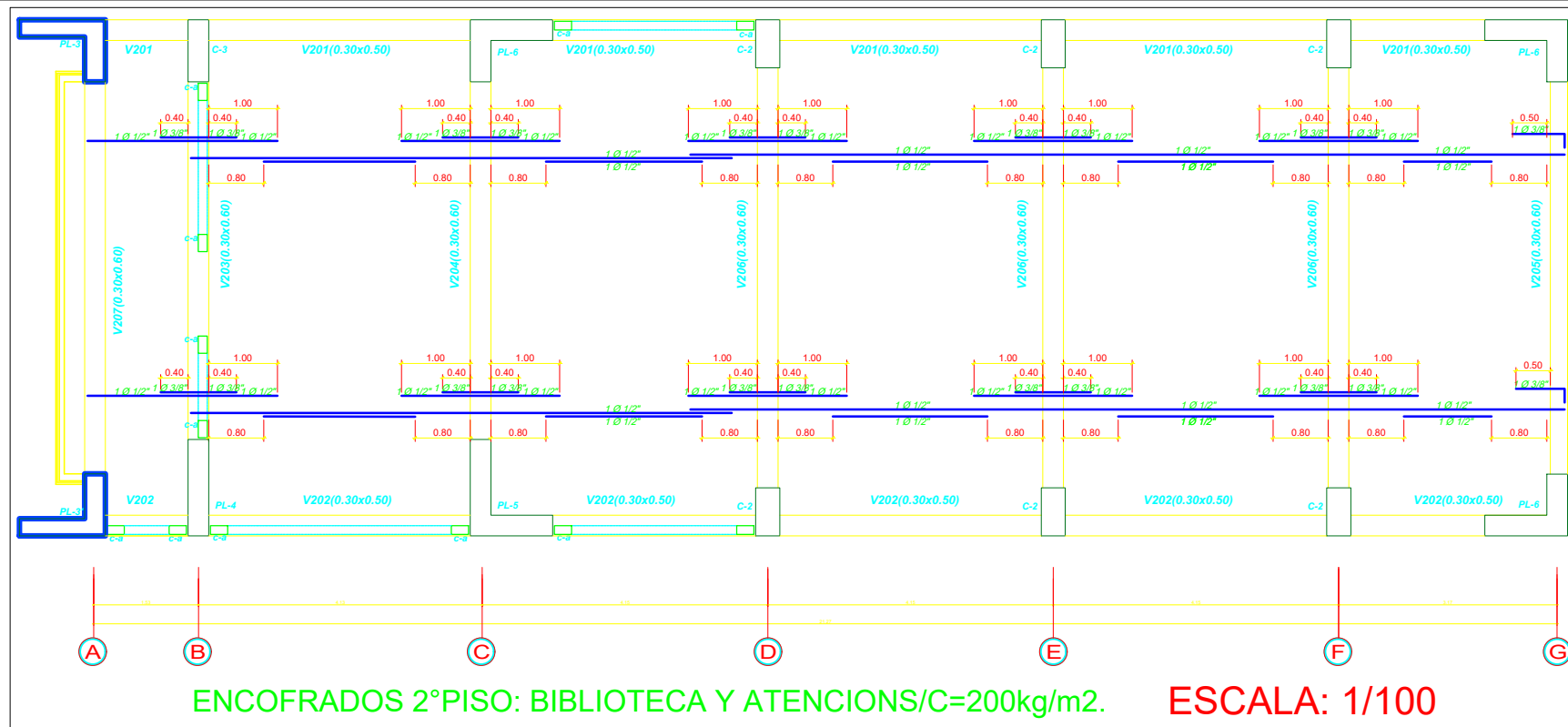
ESPECIFICACIONES GENERALES

- CONCRETO**
 - CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO: HDRMIGN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO: HDRMIGN = 1 : 12
 - CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
 - RESTO: f'c=210 kg/cm²
 - ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615
 - CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V
 - CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I
 - RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
 - COLUMNETAS 5.0 superior e inferior
 - COLUMNAS 2.5 cm
 - PLACAS 3.5 cm
 - PLACAS 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS: Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS: Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS 2.0 cm
- MAMPOSTERIA**
 - TABIQUES: Ladrillo KK. Industrial. Tipo III. f'lb = 50 kg/cm², f'm = 35 kg/cm², v'm = 5.1 kg/cm²
 - MORTERO: CEMENTO:DARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm
- CARGAS**
 - AULAS = 300 kg/m²
 - PASADIZO = 400 kg/m²



TOMADO DEL EXPEDIENTE: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

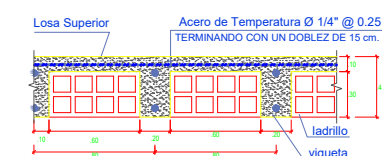
	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCE C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-20
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
ESTRUCTURA		PLANO: MODULO C - TERCER PISO	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. C.A.P. N° 66952	UBICACION: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	INDICADA: JUNIO 2017	



CONSIDERACIONES SISMORESISTENTES

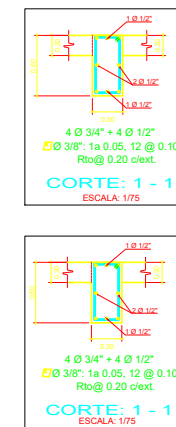
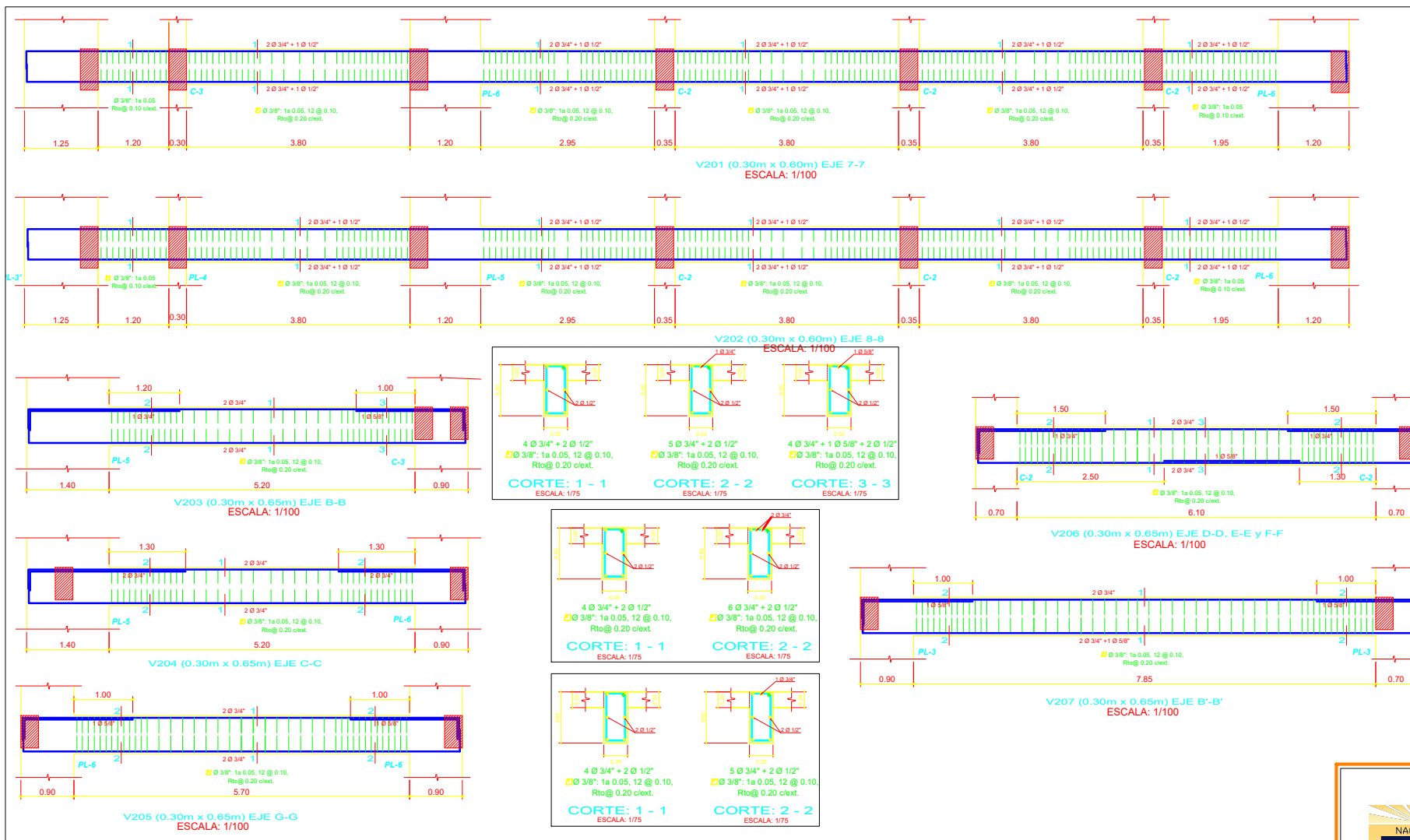
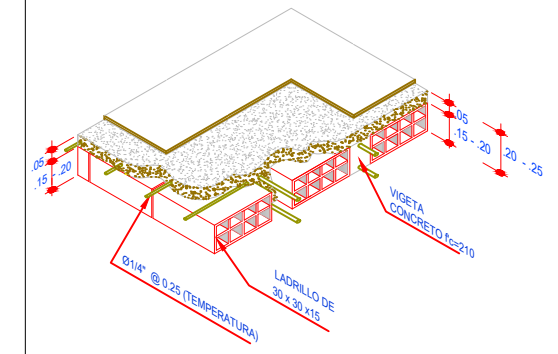
Z = 0.35 (factor de zona)
 U = 1.50 (factor de uso)
 S = 1.20 (parametro del suelo)
 Tp = 1.00 seg
 Tp = 1.60 seg
 Rx = 7 (Sistema Dual)
 Ry = 7 (Sistema Dual)
 Desplazamiento en primer piso X = 0.39 cm.
 Desplazamiento en primer piso Y = 0.17 cm.

DETALLE DE LOSA ALIGERADA TIPICA



NOTA: EL LADRILLO A USAR SERA MAQUINADO DE 08 HUECOS

DETALLE ISOMETRICO DE ALIGERADO



LEYENDA

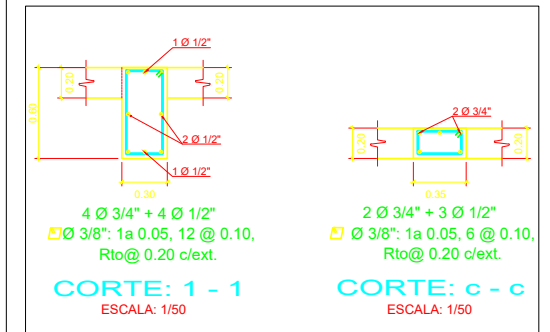
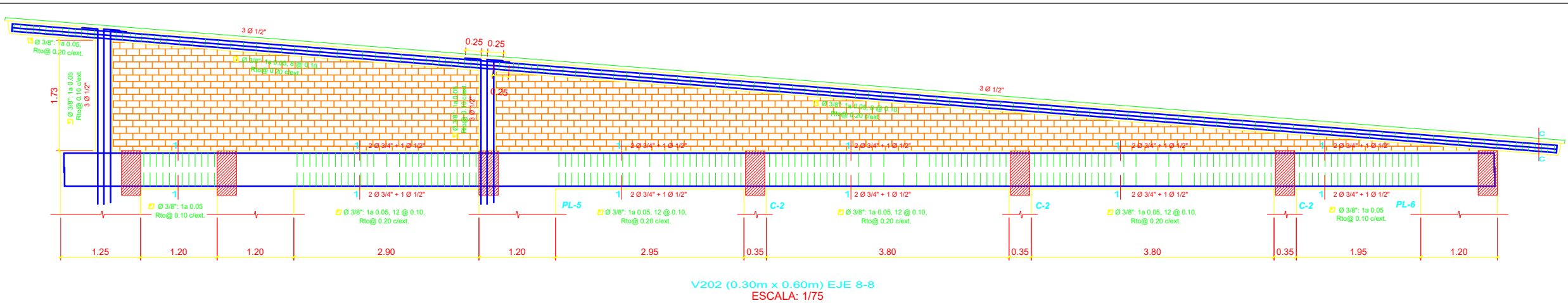
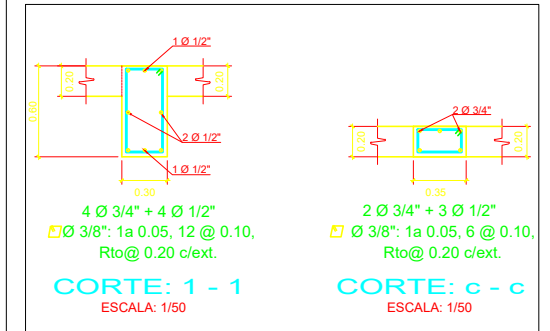
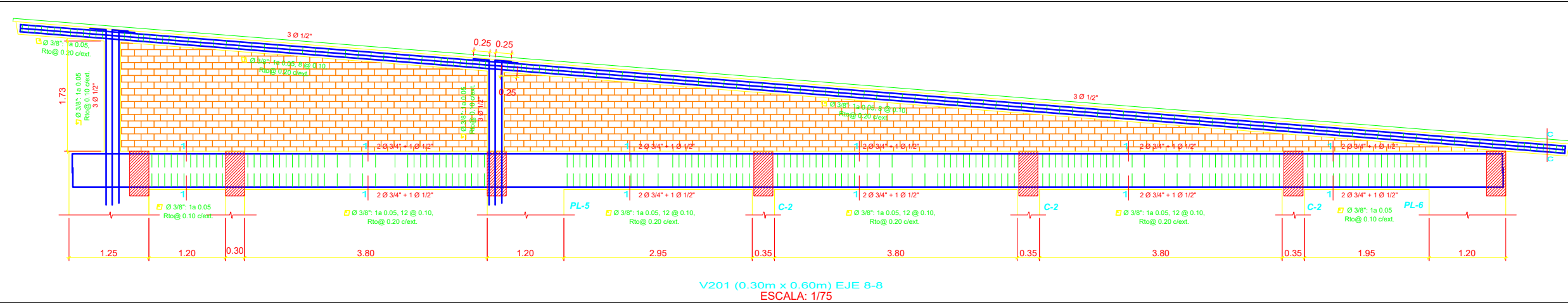
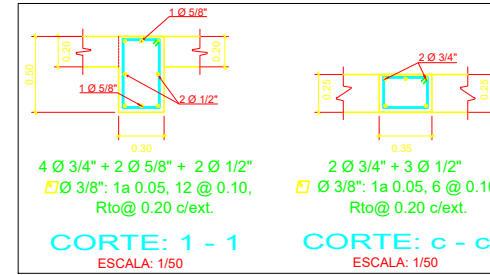
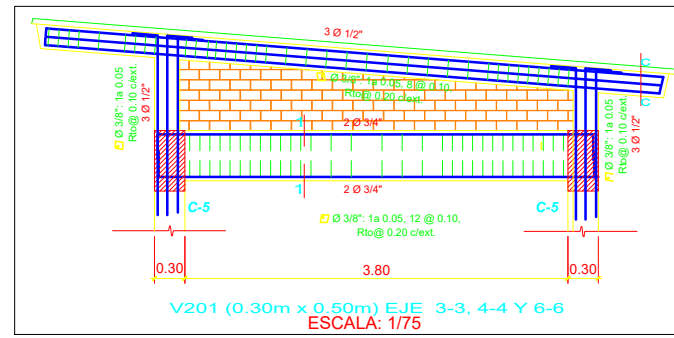
Viga Peraltada	
Viga Chata	
Columna	
Columna Projectada	

ESPECIFICACIONES GENERALES

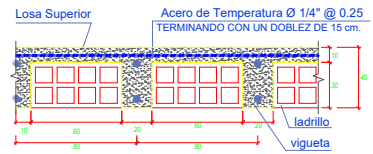
- CONCRETO**
 - CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 12
 - CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
 - RESTO: f'c=210 kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615
- CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V
- CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I
- RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
 - 5.0 superior e inferior
 - COLUMNETAS 2.5 cm
 - COLUMNAS 3.5 cm
 - PLACAS 2.0 cm
 - VIGAS PERALTADAS Superior 3.5 cm, Inferior 4.0 cm, Lateral 4.0 cm
 - VIGAS CHATAS Superior 3.0 cm, Inferior 2.0 cm, Lateral 2.0 cm
 - ALIGERADOS 2.0 cm
- MAMPUESTERIA:
 - TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial, Tipo III, f'b = 50 kg/cm², f'm = 35 kg/cm², v'n = 5.1 kg/cm²
 - MORTERO CEMENTDARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm
- CARGAS:
 - AULAS = 300 kg/m²
 - PASADIZO = 400 kg/m²

TOMADO DEL EXPEDIENTE: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

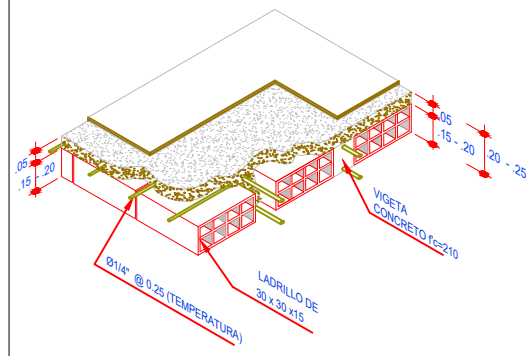
	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCC : C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA :
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	E-22
	ESTRUCTURA	PLANO: MODULO AUDITORIO - SEGUNDO PISO	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. C.A.P. N° 66952	UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARDOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	FECHA: JUNIO 2017	



DETALLE DE LOSA ALIGERADA TIPICA



DETALLE ISOMETRICO DE ALIGERADO




ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO
 - 1.1 CONCRETO SIMPLE:
 - CIMENTOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 10 + 30% PIEDRA MEDIANA TM 8"
 - SUB-CIMENTOS Y SOLADOS: CEMENTO : HORMIGÓN = 1 : 12
 - 1.2 CONCRETO ARMADO:
 - SOBRECIMENTOS, COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: f'c=175 kg/cm²
 - RESTO: f'c=210 kg/cm²
 - 1.3 ACERO DE REFUERZO: fy=4200 kg/cm² Grado 60 ASTM A 615
 - 1.4 CEMENTO EN CIMENTACION: PORTLAND TIPO V
 - 1.5 CEMENTO EN SUPERESTRUCTURA: PORTLAND TIPO I
 - 1.6 RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO EN:
 - ZAPATAS Y LOSA DE CIMENTAC. 7.5 lateral
 - 5.0 superior e inferior
 - COLUMNETAS: 2.5 cm
 - COLUMNAS: 3.5 cm
 - PLACAS: 2.0 cm

- VIGAS PERALTADAS Superior: 3.5 cm
- Inferior: 4.0 cm
- Lateral: 4.0 cm
- VIGAS CHATAS Superior: 3.0 cm
- Inferior: 2.0 cm
- Lateral: 2.0 cm
- ALIGERADOS: 2.0 cm
- 2. MAMPONERÍA
 - TABIQUES: Ladrillo K.K. Industrial. Tipo III.
 - f'b = 50 kg/cm² f'm = 35 kg/cm² v'n = 5,1 kg/cm²
 - MORTERO: CEMENTO:ARENA=1:5 ESPESOR DE JUNTA: 2.50cm
- 3. CARGAS
 - AULAS = 300 kg/m²
 - PASADIZO = 400 kg/m²

TOMADO DEL EXPEDIENTE: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"

	CONSULTOR: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. DSCE ; C11850	PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	LÁMINA: E-23
	JEFE DE PROYECTO: ARQ. DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ REG. C.A.P. N° 9881	PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA EAP DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA"	
	ESTRUCTURA	PLANO: COBERTURAS	
ESPECIALISTA: ING. CARLOS POLO SAENZ REG. C.A.P. N° 66952		UBICACIÓN: AV. ATAHUALPA N° 1050, CARRETERA A BARRIOS DE LOS INCAS PROVINCIA CAJAMARCA, REGION CAJAMARCA	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO 2017