

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón
de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas -UNDAC - Pasco 2019**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor: Bach. Junior Julio MEJIA RIVERA

Asesor: Dr. Hildebrando Aníbal CONDOR GARCIA

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón
de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas -UNDAC - Pasco 2019**

Sustentada y Aprobada ante los Miembros del Jurado:

**Mg. Julio Alejandro MARCELO AMES
PRESIDENTE**

**Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO**

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO**

DEDICATORIA

La presente tesis va está dedicado; a mis padres por su apoyo incondicional durante toda la carrera profesional de Ingeniería civil.

A mi familia, por darme las fuerzas en concluir la carrera de ingeniería civil

A los Catedráticos, que contribuyeron en mi formación profesional y científica.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme los conocimientos y la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y poder optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El presente Trabajo se ha realizado la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas, con el propósito de optar el título profesional en ingeniería civil

El objetivo general planteado; el análisis de vulnerabilidad sísmica de una edificación se define como una magnitud que permite cuantificar el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo. Para ello se aplicó el modelo italiano de Benedetti y Petrini, el cual estima un índice de vulnerabilidad en función de las características de la estructura que más influyen en su comportamiento sísmico. La información recogida en la fase de campo permitió evaluar y ponderar los diferentes parámetros relacionados con componentes, estructurales y no estructurales, que tienen un papel muy importante en el comportamiento sísmico del pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la UNDAC.

Además, durante la ejecución surgen cambios repentinos “en obra” que por la velocidad del desarrollo de la construcción no son verificados. Finalmente, la incertidumbre del fenómeno sísmico y la falta de conocimiento de su influencia real sobre toda la estructura, hace muchas veces que durante el diseño no se contemplen el efecto de los elementos no estructurales que si tienen un papel importante en el comportamiento dinámico de la estructura durante un sismo.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, comportamiento estructural, sismo severo, índice de vulnerabilidad, características de la estructura.

SUMMARY

The present work has been carried out the evaluation of the seismic vulnerability of the building of the pavilion of the faculty of law and political sciences, with the purpose of choosing the professional degree in civil engineering

The work was done based on the general silver objective; The analysis of seismic vulnerability of a building is defined as a magnitude that allows quantifying the type of structural damage, the mode of failure and the resistant capacity of a structure under probable earthquake conditions.

For this, the Italian model of Benedetti and Petrini was applied, which estimates a vulnerability index based on the characteristics of the structure that most influence its seismic behavior. The information collected in the field phase allowed the evaluation and weighting of the different parameters related to components, structural and non-structural, that have a very important role in the seismic behavior of the pavilion of the Faculty of Law and Political Science of the UNDAC.

Also during the execution there are sudden changes "on site" that due to the speed of construction development are not verified. Finally, the uncertainty of the seismic phenomenon and the lack of knowledge of its real influence on the entire structure, many times that during the design the effect of the non-structural elements is not contemplated that if they have an important role in the dynamic behavior of the structure during an earthquake

Keywords: Seismic vulnerability, structural behavior, severe earthquake, vulnerability index, structure characteristics

INTRODUCCION

La facultad de Derecho y ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, fue construido entre los años del 2015 al 2016, la mencionada infraestructura se encuentra ubicada dentro de la ciudad universitaria, con un sistema construcción moderna, en un sistema estructural a porticado, con luces de más de 10 metros de cada elemento estructural.

Aunque no se dispone de un método de predicción sísmica científicamente aceptado se reconoce que hay territorios con gran proclividad sísmica, aquellos ubicados en el círculo de fuego del Pacífico soportan el 80% de la actividad sísmica y volcánica del planeta La investigación empieza de la problemática: ¿Qué parámetros son necesarios para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica? El objetivo general consiste en: Identificar los parámetros que permitan realizar los análisis de vulnerabilidad sísmica; e hipótesis principal: Los parámetros para el análisis de vulnerabilidad son Análisis Estructural, Diseño Sísmico, Desempeño Sísmico y el Tipo de Suelo en la edificación. Como observación del presente proyecto de investigación, se tiene gran preocupación por el incremento de futuras edificaciones en la Ciudad Universitaria de la UNDAC , los cuales no tienen una buena planificación en su construcción , poniendo en riesgo muchos factores en casos de sismos, ya que Cerro de Pasco está en la clasificación del mapa de zonificación N° 3 según la Norma Peruana E.030 "Diseño Sismo resistente" a nivel nacional, teniendo como resultado una Tabla estadística de que la edificación es vulnerable sísmicamente; y que solución podemos dar a ello y la prevención hacia el futuro.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
SUMMARY	
INTRODUCCION	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la Investigación	7
1.3. Formulación Del Problema	7
1.3.1. Problema Principal	7
1.3.2. Problema Específicos	7
1.4. Formulación de Objetivos	8
1.4.1. Objetivos Generales	8
1.4.2. Objetivos Específicos	8
1.5. Justificación de la investigación	9
1.6. Limitación de la investigación	10

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	11
2.2. Bases teóricas – científicas	17
2.3. Definición de términos básicos	21
2.4. Formulación de hipótesis	63
2.4.1. Hipótesis general	63
2.4.2. Hipótesis específicas	63
2.5. Identificación de variables	63
2.5.1. Variable independiente:	63
2.5.2. Variables dependientes:	64
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	64

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación	65
3.2. Método de investigación	65
3.3. Diseño de la investigación	66
3.4. Población y muestra	66
3.4.1. Población	66
3.4.2. Muestra	66
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	67
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	68
3.7. Tratamiento estadístico	69
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	82
3.9. Orientación ética	82

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	84
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	85
4.3. Prueba de hipótesis	86
4.4. Discusión de resultados	87

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

A partir de experiencias de terremotos pasados se ha observado que ciertas estructuras, dentro de la misma tipología estructural, experimentan un daño más severo que otras, a pesar de estar ubicadas en la misma zona. Si al grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina Vulnerabilidad, se puede entonces calificar los edificios en “más Vulnerables” o “menos Vulnerables” frente a un mismo evento sísmico.

Si observamos, la respuesta de la estructura es consecuencia del movimiento en la cimentación por la función de transferencia de la propia estructura. Dicha función es única y característica de la propia estructura. Así mismo, el ser más o menos Vulnerable ante un sismo de determinadas características es también una propiedad específica de cada estructura, por tanto, independiente de la peligrosidad del sitio de emplazamiento.

La Vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define entonces, como su predisposición individual a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño.

El concepto de Vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgos sísmicos y para la mitigación de desastres por terremotos. La mitigación de desastres, en el ámbito de la ingeniería, corresponde a la totalidad de las acciones que tienen como objetivo la mejora del comportamiento sísmico de los edificios de una zona, a fin de reducir los costos de daños esperados durante el terremoto.

Así, es evidente que, para mitigar el riesgo sísmico de una zona, es necesario disminuir la amenaza, la Vulnerabilidad y el costo de reparación de las estructuras afectadas. El conocimiento adecuado de la amenaza sísmica existente, permite definir tanto la acción que debe considerarse en el diseño de nuevas estructuras como el sitio donde pueden ser construidas, de tal forma que las condiciones de los emplazamientos sean óptimas, esto es: alejando las fallas, evitando los rellenos, los lugares con posibles asentamientos o deslizamientos y los de alto potencial de licuefacción. Sin embargo, poco puede hacerse para reducir la amenaza a la que están expuestas las estructuras existentes, por lo tanto, si se desea disminuir el riesgo, se requiere una intervención directa sobre la vulnerabilidad.

El conocimiento del comportamiento sísmico de las estructuras, permite definir los mecanismos y acciones de refuerzo requeridos para la reducción de los efectos provocados por los movimientos del terreno. Para el caso de construcciones nuevas, pueden plantearse nuevos sistemas constructivos y/o nuevas filosofías de diseño que garanticen el buen desempeño de cada uno de los elementos expuestos.

En la actualidad, el análisis de la Vulnerabilidad sísmica de las diferentes estructuras existente en nuestro medio, esto es: edificios, componentes de líneas vitales, estructuras esenciales, entre otras, se encuentran en un nivel avanzado debido a la gran cantidad de estudios hechos por diferentes investigadores. De igual forma, se han desarrollado un gran número de propuestas para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a diferentes niveles de detalle, y se han hecho numerosas aplicaciones en varias regiones del mundo.

Es así que, en la Edificación de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas del distrito de Yanacancha en la Provincia de Pasco y región de Pasco, posee un tipo de suelo gravoso según la clasificación SUCSS en su mayoría.

No cuenta con un estudio de Riesgo Sísmico (Peligro Sísmico + Vulnerabilidad Sísmica).

Para apreciar el estado de la edificación que se encuentran en el área de estudio nos centraremos en la calidad de las edificaciones y sus características tipológicas más importantes como son:

- ✓ Material de construcción predominante:
 - Ladrillo o Bloque de cemento
 - Madera
 - Vidrio
 - Concreto armado
 - Concreto Simple
- ✓ El material de construcción predominante en los pisos de la Edificación:
 - Cemento
 - Losetas, terrazos
 - Parquet o madera pulida

- Madera, entablados
- Laminas asfálticas
- ✓ Programación Arquitectónica de la Edificación de acuerdo a su uso:
 - Función**

Se jerarquizará el acceso diferenciado y claro, circulación limpia y definida.

Se tiene la circulación peatonal con recorridos rápidos hacia la edificación exterior e interior
 - Espacio**

Se diferenciará los espacios públicos, educativos, administrativos, culturales y sociales. Se integrarán espacialmente la parte interna y externa con la función educación que representa.
 - Forma**

Existirá proporción y ritmo adecuado de las formas y volúmenes propuestos el tendrá una propuesta dinámica que reflejen la actividad educativa y con conceptos modernos. La propuesta formal deberá presentar un lenguaje semiótico de la arquitectura educativa de justicia identificando claramente su carácter.
 - Volumetría**

Las masas volumétricas estarán proporcionadas y presentaran yuxtaposiciones que formen una unidad formal y espacial, identificando la volumétrica las actividades que se realizan.
 - Estructura**

Se propone una estructuración de tipo a porticado, pero sobretodo resguardando la salud de los que harán uso de este espacio.

Se tendrá en cuenta las normas vigentes respecto a los sistemas estructurales. Se ha desarrollado una edificación y espacios recreativos manteniendo rasgos típicos por motivos de ubicación de la zona y medio ambiente del lugar, pero manteniendo la modernidad del caso.

□ **Áreas y espacios**

La meta principal del proyecto es la construcción de la facultad de derecho, el Equipamiento de todos los ambientes de la facultad y la capacitación del personal docente administración y servicio a la colectividad con tecnología de punta y ser líder de la región.

Cuadro N°01 – Área de Ambientes 1er Piso

PRIMER PISO		
N°	AMBIENTES	AREA (m2)
1	SS.HH. VARONES 1	11.9
2	SS.HH. VARONES 2	12
3	SS.HH. DAMAS 1	10.85
4	SS.HH. DAMAS 2	11.55
5	SS.HH. DISCAPACITADOS	4.4
6	SALA JUDICIAL	108.3
7	AUDITORIUM	258.75
8	ESCALERA	21.45
9	ESCALERA EMERGENCIA	17.6
10	CIRCULACION Y PASILLOS	103.75

Fuente: Propio

Cuadro N°02 – Área de Ambientes 2do Piso

SEGUNDO PISO		
N°	AMBIENTES	AREA (m2)
1	SS.HH. VARONES 1	11.9
2	SS.HH. VARONES 2	12
3	SS.HH. DAMAS 1	10.84
4	SS.HH. DAMAS 2	11.55
5	SS.HH. DISCAPACITADOS	4.4
6	DIRECCION ACADEMICA	33
7	GRADOS Y TITULOS	29
8	REGISTROS ACADEMICOS	20
9	ARCHIVO DOCUMENTOS	13
10	DACANATURA	37.5
11	CONCEJO DE FACULTAD	69.5
12	SECRETARIA DECANATURA - ADMINIST.	32
13	SALA DE PROFESORES	24.5
14	DATA CENTER	15
15	SALA DE SUSTENTACION	169
16	ESCALERA	21.45
17	ESCALERA EMERGENCIA	17.6
18	CIRCULACION Y PASILLOS	102.2

Fuente: Propio

Cuadro N°03 – Área de Ambientes 3er Piso

TERCER PISO		
N°	AMBIENTES	AREA (m2)
1	SS.HH. VARONES 1	11.9
2	SS.HH. VARONES 2	12
3	SS.HH. DAMAS 1	10.84
4	SS.HH. DAMAS 2	11.55
5	SS.HH. DISCAPACITADOS	4.4
6	AULA PEDAGOGICA 01	70.95
7	AULA PEDAGOGICA 02	68.75
8	AULA TALLER 01	93.5
9	AULA TALLER 02	95.25
10	DIRECCION DE INVESTIGACION	49.2
11	DPTO. PRACTICAS PRE PROFESIONALES	23.65

Fuente: Propio

Cuadro N°04 – Área de Ambientes 4To Piso

CUARTO PISO		
N°	AMBIENTES	AREA (m2)
1	SS.HH. VARONES 1	11.9
2	SS.HH. DAMAS 1	10.84
3	AULA PEDAGOGICA 03	70.95
4	AULA PEDAGOGICA 04	68.75
5	AULA TALLER 03	93.5
6	AULA TALLER 04	95.25
7	CENTRO DE COMPUTO E INTERNET	50.35
8	BIBLIOTECA - SALA DE LECTURA	82
9	ESCALERA	21.45
10	ESCALERA EMERGENCIA	17.6
11	CIRCULACION Y PASILLOS	111.9

Fuente: Propio

El estudio y determinación de la Vulnerabilidad Sísmica en LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS -UNDAC - PASCO 2019 del distrito de Yanacancha nos daría resultados del daño esperado en las edificaciones de acuerdo al tipo de edificación de acuerdo al Dr. Julio Kuroiwa, las pérdidas materiales y humanas esperadas todo esto aplicando el Método del Índice de Vulnerabilidad. También se espera reducir perdidas sustanciales tanto económicas y humanas en edificaciones esenciales (Edificaciones con gran concentración de personas de

TIPO A en referencia con el RNC), para esto se plantea una revisión minuciosa y detallada de los elementos estructurales que forman parte de su sistema estructural.

1.2. Delimitación de la Investigación

Teniendo en consideración la problemática a estudiar presentamos la delimitación siguiente:

a) Delimitación espacial

La investigación se realizó en la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

b) Delimitación Temporal

El periodo de estudio estuvo comprendido entre los meses de mayo a agosto del 2019.

c) Delimitación Social

La información necesaria fue tomada del levantamiento planímetro, como también de la inspección ocular de la infraestructura, planos, fotografías entre otros.

1.3. Formulación Del Problema

1.3.1. Problema Principal

¿por qué es importante la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas - UNDAC – Pasco 2019?

1.3.2. Problema Específicos

- a) ¿por qué ¿evaluar, el estado de los elementos estructurales del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas – UNDAC 2019?*
- b) ¿Para qué identificar las características arquitectónicas de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas?*

- c) *¿por qué identificar los materiales utilizados en la construcción de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas?*
- d) *¿por qué identificar un mapa de peligros de riesgos de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas?*
- e) *¿que importancia tiene los tipos de suelos para la determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas?*

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

*Determinar la vulnerabilidad sísmica para el reforzamiento de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -
UNDAC 2019*

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. *Evaluar el estado de los elementos estructurales para determinar la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -UNDAC*
- b. *Identificar las características arquitectónicas actuales de las edificaciones del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -
UNDAC.*
- c. *Identificar los materiales utilizados en la construcción del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -UNDAC.*
- d. *Identificar las zonas más vulnerables de acuerdo al mapa de peligro de riesgos en el pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas –
UNDAC*

- e. Identificar y evaluar los tipos de suelos en los cuales se construyó el pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas –UNDAC*

1.4.2.1. Importancia de la investigación

El pabellón de derecho y ciencias políticas – UNDAC se encuentra ubicado en la zona sísmica 2 según el RNE, sobre un suelo de grava bien graduada (GW) con pequeñas cantidades de arcillas y limos. Como también se encontró grava pobremente graduada (GP) con arena y limos, se pudo investigar que la capacidad portante del suelo donde se edificó fue de 1.560 kg/cm².

La importancia de la investigación está basada debido a que gran parte de la edificación, esta sobre dimensionada en los elementos estructurales. Con esta investigación se busca elaborar recomendaciones para la construcción, reforzamiento y rehabilitaciones para futuras edificaciones y edificaciones actuales.

1.5. Justificación de la investigación

- **NECESIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.** - Es necesario realizar la investigación de la Vulnerabilidad de las edificaciones del Pabellón de Derecho y Ciencias Políticas, para saber su comportamiento sísmico.
- **Importancia social.** - Es importante investigar porque se tiene grandes y futuros proyectos para la población estudiantil de la UNDAC.
- **Interés práctico.** - Tengo mucho interés en realizar esta investigación porque tengo información en mi alcance y quiero aplicar los conocimientos adquiridos en pregrado en los cursos ingeniería sísmica, construcción I y II., análisis estructural.
- **Valor teórico.** - Se tiene mucha información teórica sobre el tema, pero pocas investigaciones realizadas.

- **Utilidad metodológica.** La metodología a realizar será descriptiva.

1.6. Limitación de la investigación

- No contar con un mapa de riesgos sísmicos
- No tener un estudio de suelo en toda la ciudad universitaria
- No tener una planificación urbana dentro de la ciudad universitaria

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

A partir de experiencias de terremotos pasados se ha observado que ciertas estructuras, dentro de la misma tipología estructural, experimentan un daño más severo que otras, a pesar de estar ubicadas en la misma zona. Si al grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina Vulnerabilidad, se puede entonces calificar los edificios en “más Vulnerables” o “menos Vulnerables” frente a un mismo evento sísmico. Así mismo, el ser más o menos Vulnerable ante un sismo de determinadas características es también una propiedad intrínseca de cada estructura, por tanto, independiente de la peligrosidad del sitio de emplazamiento.

Esto quiere decir, que una estructura puede ser Vulnerable, pero no estar en riesgo, a menos que se encuentre en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica.

A. Antecedentes regionales:

- a) El Bach. Vicente Ártica, Iván Michel (2018) su tesis: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL RIESGO SÍSMICO DEL PABELLÓN DE INGENIERÍA DE MINAS Y MEDICINA EN EL CAMPUS DE PUCAYACU UNDAC 2018** a la Escuela de Pre Grado de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión: - La ciudad de Pasco a lo largo de los años no ha sufrido incidentes de sismos u otros desastres naturales, sin embargo, por la cercanía a la Selva central o a la misma capital ha sido remecido por sismos con pequeñas magnitudes

B. Antecedentes nacionales:

- a) A partir de experiencias de terremotos pasados se ha observado que ciertas estructuras, dentro de la misma tipología estructural, experimentan un daño más severo que otras, a pesar de estar ubicadas en la misma zona. Si al grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina Vulnerabilidad, se puede entonces calificar los edificios en “más Vulnerables” o “menos Vulnerables” frente a un mismo evento sísmico. El Bach. Johan Edgar Laucata Luna, sustentó el año (2013) su tesis: **ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO,** a la Escuela de Pre Grado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión: - Los problemas constructivos encontrados en su mayoría son las juntas de construcción mal ubicadas, los malos encofrados y los aceros de refuerzo expuestos.

- b) El Bach. Rosario del Pilar Basurto Cartulin, sustentó su tesis: **VULNERABILIDAD SISMICA Y MITIGACION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN LUIS**, a la Escuela de Pre Grado de la Universidad Ricardo Palma, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil. El desarrollo del presente estudio ha permitido obtener las siguientes conclusiones.

Conclusión: - La vulnerabilidad social aumenta la vulnerabilidad física ante sismos, pues una población que no esté preparado ni cuenta con los recursos para enfrentar un peligro latente, como los sismos, no podrá enfrentarlos ni mitigar sus efectos. - El 59% de las viviendas evaluadas tienen más de 30 años de antigüedad, estas edificaciones presentan una vulnerabilidad sísmica alta, porque fueron construidas sin un código de diseño sísmico, es decir antes del diseño de 1977.

- c) El Bach. Adalberto Vizconde Campos, sustentó su tesis: **EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN UN EDIFICIO EXISTENTE: CLINICA SAN MIGUEL DE PIURA**, a la Escuela de Pre Grado de la Universidad de Piura, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión: El estudio de la vulnerabilidad sísmica de edificios como hospitales o clínicas, como es el caso de la clínica San miguel, debe abordarse desde un punto de vista global que considere la vulnerabilidad física (estructural, no estructural) y la vulnerabilidad funcional. - Es

importante integrar los métodos empíricos, experimentales y analíticos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica como una vía para aumentar la confiabilidad de estos estudios.

C. Antecedentes internacionales:

- a) Álvaro Rafael Caballero Guerrero sustentó su tesis (2007) **DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR MEDIO DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO, UTILIZANDO LA TECNOLOGIA DEL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA**; a la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universidad del Norte Sincelejo, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Conclusión: Su investigación sus sustenta en que las ciudades que se encuentran en zonas de amenazas sísmicas 19 media y alta han crecido de una forma incontrolable, aumentando el riesgo de sufrir grandes pérdidas de vidas humanas y materiales como consecuencia de un terremoto. - Los desastres naturales presentados en todo el mundo, dejan evidencia que los programas de prevención y mitigación de desastres no se han aplicado correctamente, más por indiferencia que por falta de recursos. La determinación del riesgo sísmico en una zona urbana es una herramienta muy útil para la planificación urbana.

- b) Jorge Andrés Navia Llorente y Elkin Mauricio Barrera Roa sustentó su tesis (2007) **DETERMINACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL DE UNO Y DOS**

PISOS CONSTRUIDAS CON MANPOSTERIA ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE BOGOTA; a la Facultad de Ingeniería Civil a la Universidad de La Salle – Bogotá Colombia. Su investigación sus sustenta en que El índice de vulnerabilidad sísmica promedio (de todas las muestras trabajadas) obtenido en el presente trabajo fue de 6.10, por lo cual según la metodología aplicada en este trabajo se clasifica a estas viviendas como de vulnerabilidad baja, pero para llegar a una globalización de este valor en la ciudad de Bogotá, se tomaron tres variables significativas que fueron: el número de viviendas existentes en Bogotá en el año de 2007 (censo del 2007), número de viviendas piratas (Periódico EL Tiempo 30-Enero 2008) y número de viviendas de interés social (Metro/vivienda). 20

Conclusión: Con la realización de los cálculos correspondientes, se obtuvieron los valores, los cuales indican que la respuesta de la estructura ante el evento de un sismo es óptima, debido a que los pesos de las estructuras y la geometría están bien calculados, sin embargo vale decir que el coeficiente sísmico que se usó en el método es el referente a las Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño establecidas en la NSR -98, haciendo referencia a la aceleración pico efectiva (A_a) en la región 5 que corresponde a Bogotá con un valor de (0.2), con lo cual se cubre un factor de seguridad amplio.

- c) Lina Fernanda Llanos López y Lina María Vidal Gómez sustentó su tesis **(2003) EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE ESCUELAS PUBLICAS DE CALI: UNA PROPUESTA METODOLOGICA;** a la Facultad de Ingeniería Civil y Geomántica en la Universidad del Valle – Santiago de Cali.

Conclusión: Este estudio permitió determinar que un alto porcentaje (56%) de las setenta escuelas de la población estudiada son altamente vulnerables, indicando una necesidad apremiante de realizar evaluaciones analíticas a cada una de ellas para su posterior intervención. Este resultado también es un indicador de la urgencia con que se requiere ampliar este estudio a todas las escuelas de Cali y del Valle del Cauca. 21 - El estudio también reveló que la gravedad de las condiciones de las escuelas de Cali está subdimensionada, ya que, de una población de 70 establecimientos, se identificaron 27 altamente vulnerables, adicionales a las 33 escuelas, que, de acuerdo con los reportes de la secretaria de educación, se encuentran en mayor riesgo.

d) Natalia Andrea Silva Bustos sustentó su tesis (2011)

VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS SOCIALES Y AVALUACION PRELIMINAR DE RIESGO SISMICO EN LA REGION METROPOLITANA; a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemática, Departamento de geofísica a la Universidad de Chile.

Conclusión: Su investigación sustenta en que el comportamiento sísmico de las construcciones de albañilería de ladrillo reforzada (en especial confinada) ha sido en general satisfactorio en estructuras de hasta 3 ó 4 pisos de altura, poniendo de manifiesto la eficacia de confinar la albañilería con elementos de hormigón armado.

2.2. Bases teóricas – científicas

La Vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define entonces, como su predisposición específica a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño.

El concepto de Vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgos sísmicos y para la mitigación de desastres por terremotos. La mitigación de desastres, en el ámbito de la ingeniería, corresponde a la totalidad de las acciones que tienen como objetivo la mejora del comportamiento sísmico de los edificios de una zona, a fin de reducir los costos de daños esperados durante el terremoto.

Así, es evidente que para mitigar el riesgo sísmico de una zona, es necesario disminuir la amenaza, la Vulnerabilidad y el costo de reparación de las estructuras afectadas. El conocimiento adecuado de la amenaza sísmica existente, permite definir tanto la acción que debe considerarse en el diseño de nuevas estructuras como el sitio donde pueden ser construidas, de tal forma que las condiciones de los emplazamientos sean optimas, esto es: alejando las fallas, evitando los rellenos, los lugares con posibles asentamientos o deslizamientos y los de alto potencial de licuefacción. Sin embargo, poco puede hacerse para reducir la amenaza a la que están expuestas las estructuras existentes, por lo tanto, si se desea disminuir el riesgo, se requiere una intervención directa sobre la vulnerabilidad.

El conocimiento del comportamiento sísmico de las estructuras, permite definir los mecanismos y acciones de refuerzo requeridos para la reducción de los efectos provocados por los movimientos del terreno. Para el caso de construcciones

nuevas, pueden plantearse nuevos sistemas constructivos y/o nuevas filosofías de diseño que garanticen el buen desempeño de cada uno de los elementos expuestos. En la actualidad, el análisis de la Vulnerabilidad sísmica de las diferentes estructuras existente en nuestro medio, esto es: edificios, componentes de líneas vitales, estructuras esenciales, entre otras, se encuentran en un nivel avanzado debido a la gran cantidad de estudios hechos por diferentes investigadores. De igual forma, se han desarrollado un gran número de propuestas para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a diferentes niveles de detalle, y se han hecho numerosas aplicaciones en varios lugares del mundo. No obstante, en países en Vías de desarrollo y con un bajo control del diseño sismorresistente, como es el caso de Perú, poco se ha hecho para reducir la Vulnerabilidad sísmica de las estructuras existentes, con lo cual, ante movimiento de intensidad moderada y alta, el número de pérdidas de vidas humanas y la magnitud de los daños físicos, sociales y económicos, han originado verdaderas catástrofes sísmicas, como las ocurridas en Ica.

Las aplicaciones de los estudios de vulnerabilidad en entornos urbanos, debe considerar tanto los aspectos estructurales como los funcionales, operativos y urbanos, para que puedan proporcionar información útil para la prevención de desastres, la planificación y la ordenación del territorio. En este sentido, constituyen un importante punto de partida para la toma de decisiones relacionadas con la rehabilitación o demolición de edificios peligrosos, la ubicación de hospitales y puestos de socorro en una determinada zona o por ejemplo, el diseño de las vías alternativas de evacuación y rápido acceso de las ayudas hacia las zonas más vulnerables.

El primer paso de un estudio de vulnerabilidad consiste en definir su naturaleza y alcance, lo cual está condicionado por varios factores, tales como: el tipo de daño que se pretende evaluar, el nivel de amenaza existente en la zona, la información disponible sobre las estructuras, entre otras. Cuando todos estos factores se tengan, se prosigue a determinar la Vulnerabilidad de las estructuras por medio del método escogido.

Para la determinación de la Vulnerabilidad estructural, existen métodos de análisis cualitativos y cuantitativos o analíticos de distintos grados de complejidad, en concordancia con el objetivo que se persigue al determinarla.

VULNERABILIDAD: La función de vulnerabilidad define la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida durante un escenario específico, para lo cual es necesario definir las curvas que relacionan el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno amenazante. Dentro de la Vulnerabilidad mencionaremos los tipos más importantes, como son:

2.2.1. **Vulnerabilidad sísmica** es la susceptibilidad de la estructura a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado. Es decir, la vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. De esta forma elaborar una estimación del grado de impacto que tendrá un sismo sobre una estructura se vuelve un trabajo totalmente complicado puesto que las características de cada construcción abren un sin fin de variables. Aun así la estimación es necesaria pero se aplica un muestreo cuando se requieren resultados globales. Las metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica son numerosas, algunas presentan fallas porque dejan de evaluar

ciertas características que influyen en la estabilidad de la estructura porque las instrucciones sobre cada uno de los parámetros y sus respectivas calificaciones son realizados por cualquier persona con los conocimientos básicos del tema pueda llenar los formularios pero esto puede conducir a resultados fallidos porque algunos parámetros son de naturaleza descriptiva y estas calificaciones dependen de la objetividad del observador. La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Sandi, 1986). La 23 definición de la naturaleza y alcance de estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. La afectación o daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismo resistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica esta necesariamente vinculada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico.

2.2.2. Vulnerabilidad estructural es llegar a saber o determinar el grado de impacto que tendría la acción de un sismo sobre una estructura es fundamental para determinar si esa estructura es segura y por lo tanto habitable o útil.

2.2.3. Vulnerabilidad no estructural Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que estos elementos puedan presentar. Sabemos que al ocurrir un sismo la estructura puede quedar inhabilitada debido a daños no estructurales, sean por colapso de equipos, elementos arquitectónicos, etc., mientras que la estructura permanece en pie.

Esto generalmente se aplica a los hospitales y clínicas donde entre el 80% y 90% del valor de la instalación no está en las columnas, vigas, losas, etc.; sino en el diseño arquitectónico, en los sistemas electromecánicos y en el equipo médico contenido dentro del hospital.

2.2.4. Vulnerabilidad funcional Un estudio de la vulnerabilidad funcional busca determinar la susceptibilidad de la edificación a sufrir un “colapso funcional” como consecuencia de un sismo. Esto es sólo visible en el momento en que ocurre una emergencia. A fin de determinar en esta tercera etapa la vulnerabilidad funcional, se evalúa lo referente a la infraestructura. En primer lugar, el sistema de suministro de agua y de energía eléctrica, que son las partes más vulnerables. También son afectadas por los sismos las tuberías de alcantarillado, gas y combustibles, para lo cual se realizan investigaciones sobre su resistencia y flexibilidad.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Método del índice de vulnerabilidad sísmica

El análisis del comportamiento de viviendas, durante terremotos ocurridos desde el año 1972 en diferentes regiones de Perú, ha permitido a los investigadores de este país identificar algunos de los parámetros más importantes que controlan el daño en las viviendas informales y edificaciones. Estos parámetros se han recopilado en un formulario de levantamiento, el cual se viene utilizando desde el año 1982, con el propósito de determinar de una forma rápida y sencilla la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales existentes y edificaciones. La combinación de dichos parámetros, por medio de una escala predefinida, en un único valor numérico llamado Índice de Vulnerabilidad es lo que se

conoce hoy en día como el método del Índice de Vulnerabilidad. El formulario para el levantamiento de la vulnerabilidad se ha modificado varias veces, durante los últimos quince años, con el propósito de facilitar las tareas de observación durante las investigaciones de campo o para incluir una mejor descripción del daño, en los casos para los que dicho formulario se utiliza en la recopilación de los efectos producidos por un terremoto. Sin embargo, al estudiar 25 detalladamente cada una de éstas se puede concluir que las modificaciones son más de forma que de fondo y que, en cualquier caso, se mantienen siempre los mismos parámetros que se identificaron desde un comienzo como los controladores potenciales del daño. El formulario de levantamiento consta de dos niveles, los cuales se han diseñado con el propósito de tener dos grados de aproximación. El primer nivel sirve para seleccionar los edificios más "peligrosos" desde el punto de vista estructural y, posteriormente, dichos edificios se investigan con el segundo nivel para obtener una apreciación más exacta de su vulnerabilidad. Sin embargo, actualmente se reconoce que el método en general sólo puede dar una estimación aproximada de la vulnerabilidad de las viviendas y edificios, suficiente para la toma de decisiones durante los planes de mitigación de desastres. El primer nivel incluye los datos generales del edificio, tales como: ubicación, dimensiones, utilización, tipología estructural, etc. También incluye un apartado para la recopilación de la extensión y el nivel de daño, que se utiliza durante las investigaciones post-terremoto. Los datos provistos por el primer nivel se han utilizado para deducir matrices de probabilidad de daño, sin embargo, no forman parte fundamental del método ya que no

influyen para nada en el cálculo del índice de vulnerabilidad. Por el contrario, en el segundo nivel se recopilan los datos y parámetros fundamentales para el cálculo del índice de vulnerabilidad, que consiste a su vez de dos apartados distintos, uno de ellos está destinado a la evaluación de edificios de mampostería y el otro a edificios de hormigón armado. La escala que se utiliza para calificar los diferentes parámetros que influyen en el comportamiento de los edificios de mampostería se conoce como la escala de vulnerabilidad de BenedettiPetrini. Esta escala, la cual permite una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad, ha sido propuesta por estos dos autores. El método del índice de vulnerabilidad ha sido ampliamente utilizado en Italia durante los últimos quince años y su gran aceptación en este país ha quedado demostrada por el GNDT (Grupo Nazionale per la Difesa dei Terremoti) que lo ha adoptado para los planes de mitigación de desastres a nivel gubernamental. Esto ha permitido la evolución del método, como resultado de la experimentación durante todos esos años, la obtención de una extensa base de datos sobre daño y vulnerabilidad que, como ninguno de los otros métodos subjetivos que se presentaron anteriormente.

2.3.2. Método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y petrini, 1982)

El método del índice de vulnerabilidad se comienza a desarrollar en Italia con motivo de los estudios post-terremotos realizados a partir de 1976. El método se describe en 1982, año a partir del cual empieza su utilización en numerosas ocasiones. Como resultado de ello se obtiene un importante banco de datos sobre daños de edificios para diferentes intensidades de terremotos y las comprobaciones realizadas demuestran buenos resultados

en la aplicación del método. El método del índice de Vulnerabilidad puede clasificarse como subjetivo, debido a que realiza una calificación subjetiva de los edificios apoyándose en cálculos simplificados de estructuras, intentando identificar los parámetros más relevantes que controlan el daño estructural. La calificación de los edificios se realiza mediante un coeficiente denominado índice de Vulnerabilidad. Este índice se relaciona directamente con la vulnerabilidad o grado de daño de la estructura mediante funciones de vulnerabilidad. Estas funciones permiten formular el índice de vulnerabilidad para cada grado de intensidad macrosísmica de terremoto y evaluar de manera rápida y sencilla la Vulnerabilidad sísmica de edificios, condiciones que resultan imprescindibles para desarrollar estudios urbanos a gran escala. (Yépez 1 et al, 1995).

El método ha sido desarrollado tanto para el estudio de estructuras de mampostería como para el de estructuras de hormigón armado; sin embargo, gran parte del esfuerzo realizado para su estudio y aplicación ha sido dedicado a las primeras (Mampostería), debido a la gran cantidad de edificios existentes en Italia, y en América Latina para nuestro caso. La concepción del mismo método la hace aplicable a muchas tipologías de los dos grandes grupos de estructuras mencionadas, lo cual evita el enorme problema de tener que describir detalladamente la tipología específica de cada estructura y tener que utilizar descripciones de daño y funciones de vulnerabilidad que respondan exclusivamente a esa tipología, tal como la hacen otros métodos existentes de evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Esta es una de las principales ventajas que hace el método italiano sea más eficiente. (Yépez 1 et al, 1995).

En este trabajo se decidió aplicar la metodología del Índice de Vulnerabilidad. A partir de la información obtenida de otras investigaciones se han elaborado una gran base de datos con el índice de Vulnerabilidad de cada estructura y el daño sufrido por terremotos de determinadas intensidades. Algunas de las razones que se tomaron en cuenta para elegir esta metodología, (MENA, 2002), son:

- Está fundamentada en datos reales.
- Se puede aplicar en estudios a nivel urbano.
- Se tiene la experiencia de haberse aplicado en diferentes ciudades de Italia y en el resto del mundo, incluido Perú, con buenos resultados.

El método del índice de Vulnerabilidad identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto.

El método califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología, material o año de construcción como son en ATC-13 y las escalas de intensidad EMS-98, MSK, entre otros (MENA, 2002).

El método del índice de Vulnerabilidad, enmarcándose dentro del grupo de métodos de vulnerabilidad observada, identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en un edificio ante una sollicitación sísmica. Los estudios de la configuración en planta y elevación, el tipo y calidad de los materiales utilizados, la posición y la cimentación del edificio, la disposición de los elementos estructurales, así como el estado de conservación de la estructura, son calificados individualmente en una escala numérica afectada por un factor de peso, que trata de resaltar la

importancia de un parámetro respecto al resto. A partir de los valores de los parámetros obtenidos de esta manera, se realiza una calificación global del edificio en una escala numérica continua (Yépez 2 et al, 1995).

I. Cálculo del índice de vulnerabilidad

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de BenedettiPetrini, el índice de vulnerabilidad se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la "calidad sísmica" de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería. A cada parámetro se le atribuye, durante las investigaciones de campo, una de las cuatro clases A, B, C, D siguiendo una serie de instrucciones detalladas con el propósito de minimizar las diferencias de apreciación entre los observadores. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45, como se observa en la Tabla 2.0 Así, por ejemplo, si el parámetro número cuatro "posición del edificio y de la 27 fundación" corresponde a una configuración insegura desde el punto de vista sísmico, se le asigna la clase D y el valor numérico $K_4 = 45$. Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de importancia W_i , que varía entre 0.25 y 1.5. Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistente del edificio. De esta forma, el índice de vulnerabilidad VI se define por la siguiente expresión:

Ecuación Nro.01 Fórmula para calcular el Índice de Vulnerabilidad

$$VI = \sum_{i=1}^n K_i W_i$$

Donde:

- K_i = Intervienen cuatro tipos de clases A,B,C y D. A cada una de estas clases le corresponde un valor numérico K_i que varía entre 0 y 45.
- W_i = Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso W_i , que varía entre 0,25 y 1,50. Este coeficiente refleja la importancia de cada uno de los parámetros dentro del sistema resistencia del edificio.

De esta forma, el índice de vulnerabilidad V_i se define por la siguiente expresión:

Cuadro Nro.05 Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrin

PARAMETROS	Clase K_i				Importancia del parámetro W_i
	A	B	C	D	
1. Organización del Sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2. Calidad del Sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3. Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4. Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5. Diafragma horizontales.	0	5	15	45	1.00
6. Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7. Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8. Distancia máxima entre los muros.	0	5	25	45	0.25
9. Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10. Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11. Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Fuente: Libro de Análisis estructural

2.3.3. Método del índice de vulnerabilidad para estructuras de mampostería no reforzada

El método del índice de Vulnerabilidad, como se había dicho anteriormente, se aplica principalmente a estructuras de Mampostería No reforzada, ya que

la mayoría de las estructuras, que se encuentran en un grupo de estructuras o zonas urbanas como es el caso de esta investigación, son de este tipo. Por tal razón, los resultados obtenidos son de más confianza que los obtenidos de las estructuras de Hormigón armado, ya que la base de datos, obtenida a lo largo de la historia por diferentes investigaciones, son más completos, haciendo que las correlaciones que se tienen para establecer los escenarios de daños tengan menos incertidumbre.

Para realizar el levantamiento de la información requerida, hay dos tipos de formularios. El primero, el cual es para hacer levantamientos post-terremotos, que son aquellos en la que se va al lugar en el que el terremoto ha producido daño en los edificios, y se hace la evaluación del índice de Vulnerabilidad de esa estructura. Posteriormente, se hacen, con toda la base de datos de las edificaciones estudiadas, y con la intensidad de sismo que se ha presentado, correlaciones para poder determinar los índices de daños, el cual se hablaron en el Capítulo II. Pero como en los tipos de estudios, en los que no se puedan hacer estos levantamientos, ya que en la zona no ha habido registro de sismos ni de daños producidos por estos, es necesario hallar el Índice de Vulnerabilidad por medio de otro tipo de formulario. Este segundo tipo de formulario se detalla información como es la dirección de la edificación, el tipo de materiales utilizados, el año de construcción, como se encuentra el sistema resistente de la estructura, la posición e inclinación de las cimentaciones, el estado de conservación, la configuración en planta y elevación, entre otras.

El primer punto que se encuentra en este formulario es el tipo y organización del sistema resistente, el cual se evalúa el grado de organización de los

elementos de la estructura resistente vertical, sin tomar en cuenta el material utilizado. Es más bien como tener en cuenta si se tuvo referencia a alguna norma sismorresistente, y el estado de las conexiones realizadas entre vigas de amarre o vigas corona, con los muros en todos los niveles de la estructura. El segundo punto trata sobre la calidad del sistema resistente en el que se evalúa el tipo de mampostería utilizada, diferenciándola cualitativamente por su resistencia. Aquí se tienen en cuenta es la tipología estructural resumida en dos factores: El tipo de material utilizado y la forma del elemento de mampostería, y la homogeneidad de dicho material y de los elementos a lo largo del panel de la estructura. El tercer punto hace referencia a la Resistencia convencional en la que se evalúa la fiabilidad de la resistencia que puede presentar el edificio frente a cargas horizontales. Aquí se realizan unos cálculos sencillos, en la que se tienen en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales.

El cuarto punto es la posición del edificio y de la cimentación, en la que mediante una inspección visual se evalúa la influencia del terreno y de la cimentación, castigando así a la edificación mientras en más malas condiciones se encuentre el suelo, y la pendiente del terreno sobre la cual está cimentada. La evaluación de este parámetro parece incompleta y difícil, ya que la observación de cotas de cimentación no siempre es posible a simple vista, requiriéndose examinar los planos estructurales de la cimentación (Yépez 1 et al, 1995), pero esto es muchas veces complicado, debido a que la mayoría de las estructuras en estudios son antiguas y no presentan planos de este tipo, o están incompletos. El quinto punto es el de forjado horizontal en el que se evalúa la calidad del sistema resistente de la losa de entrepiso.

Aquí se ve calidad de la conexión que existe entre la losa y el sistema de muros, así como la ausencia de planos de desnivel. El sexto y séptimo punto es la configuración en planta y la configuración en elevación, las cuales se estudiaron a fondo en el Capítulo III. El Octavo punto es sobre el espaciamiento máximo entre muros, el cual tiene en cuenta el espaciamiento excesivo posible entre muros ubicados transversalmente a los muros maestros. El noveno punto es sobre el tipo de cubierta en la que factores como la tipología de la cubierta y su peso, determinan la influencia de ella ante el comportamiento sísmico del edificio.

El décimo punto es sobre los elementos no estructurales y su importancia ante la presencia de un sismo, que influye en el efecto de un peligro colateral.

Y el onceavo y último punto es sobre el estado de conservación actual de la estructura, ya que esta influye directamente en el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo.

Como se ha podido ver, las calificaciones o “clases” se escogen según las instrucciones del formulario las cuales dejan poca ambigüedad en su definición.

Cuantificación del Índice de Vulnerabilidad: Una vez obtenida todas las cuantificaciones (A, B, C o D) de cada una de los once parámetros de la estructura, se determina el Índice de Vulnerabilidad, por medio de una suma ponderada del valor de cada parámetro multiplicado por un peso de importancia, mediante la siguiente ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} (Ki * Wi)$$

En la siguiente Tabla se indican la escala numérica del índice de Vulnerabilidad, la cual fue desarrollada por Benedetti et al.

Cuadro N°06 – Escala Numérica de Vulnerabilidad

#	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Peso Wi
1	Organización del Sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas Horizontales	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en Elevación	0	5	25	45	1.00
8	Separación Máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	estado de conservación	0	5	25	45	1.00

2.3.4. Método del índice de vulnerabilidad para estructuras de hormigón armado

Como se había mencionado, el otro tipo de estructura que se puede utilizar para aplicar el método del Índice de Vulnerabilidad, es la de hormigón armado. Al igual que para las estructuras de mampostería No Reforzada, existen unos formularios para medir el índice de Vulnerabilidad de estructuras de hormigón armado. Este formulario se encuentra detallado en el Anexo. Otra diferencia es que cada parámetro clasifica a las estructuras entre A, B y C, y no como el caso de las Estructuras en Mampostería que son hasta D, el cual hace que la clasificación de las estructuras en Hormigón armado sea un poco más estrecha.

El primer punto a tratar en este formulario es sobre el tipo de Organización del sistema resistente, el cual analiza las características del esquema resistente estructural del edificio, definiéndolo como aquel que absorbe más

del 70% de la acción sísmica. El segundo punto es Calidad del Sistema resistente, en el que se evalúa la calidad del sistema resistente en cuanto a materiales, características de la mano de obra y calidad de la ejecución. El tercer punto es Resistencia convencional, en donde al igual que para las estructuras en mampostería No estructural, requieren de ciertos cálculos en base a una relación entre el cortante actuante de la base y el cortante resistente por la estructura. El cuarto punto es sobre la posición del edificio y de la cimentación, el cual es parecido al de las edificaciones en Mampostería No estructural.

El quinto punto de este formulario es sobre la Losa de piso o Forjados Horizontales, en el que se recomienda para un comportamiento estructural satisfactorio de la estructura, que las losas de piso y de cubierta cumplan con requisitos, como son el de una buena rigidez en el plano y que las conexiones entre losa y elementos resistentes verticales sean adecuadas.

Un sexto y séptimo punto a tener en cuenta son los de configuración en planta y en elevación, respectivamente, que fueron vistos detalladamente en el Capítulo III. Un octavo punto es sobre las conexiones entre elementos críticos, en el que se evalúa la importancia de las uniones viga-columna o losa-columna en el comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón armado. Aquí se enfatiza en el hecho de que un deficiente comportamiento de las conexiones significará un comportamiento no dúctil de las estructuras, pudiéndose provocar fácilmente el colapso de la misma ante una acción sísmica severa (Yépez et al, 1996). El punto nueve es sobre los elementos estructurales de baja ductilidad en las que se tienen en cuenta los problemas de estructuración, como los vistos en el Capítulo III, que puede

presentar la estructura. El Punto diez y once son el de los elementos No estructurales y estado de conservación de la estructura respectivamente, el cual son similares a los vistos en el formulario para las estructuras de Mampostería No estructural.

Evaluación del Índice de Vulnerabilidad: una vez obtenida todas las calificaciones (A, B o C) de cada uno de los once parámetros analizados del edificio, se procede a asignar un valor numérico a cada clase de acuerdo a una escala similar a la utilizada para la estructura de mampostería No Reforzada. La Tabla se indica a continuación:

Cuadro N°07 – Escala Numérica de Vulnerabilidad – No reforzada

#	Parámetro	KiA	KiB	KiC
1	Organización del Sistema resistente	0	6	20
2	Calidad del sistema resistente	0	6	25
3	resistencia convencional	0	11	25
4	Posición del edificio y cimentación	0	2	25
5	Diafragmas Horizontales	0	3	15
6	Configuración en planta	0	3	25
7	Configuración en Elevación	0	3	25
8	Separación Máxima entre muros	0	3	25
9	tipo de cubierta	0	3	25
10	Elementos no estructurales	0	4	25
11	estado de conservación	0	10	25

Fuente: Textos de Análisis estructural

Sin embargo, para poder evaluar un único índice es necesario realizar una suma ponderada de estas calificaciones, utilizando pesos que respondan a la importancia del parámetro evaluado. No se han encontrado referencias que propongan dichos pesos, aunque podría pensarse en asignar los mismos pesos de la escala de Benedetti y Petrini, presentada en el caso de edificios de Mampostería No Reforzada. Pero en este trabajo de investigación se ha preferido trabajar con una escala que ha sido aplicada en un trabajo reciente

en Italia, realizado por el CNR (Istituto di Recerca Sul Rischio Sísmico), instituto en el cual participan varios de los expertos propulsores del método del índice de Vulnerabilidad, tales como el profesor Petrini, Angeletti, Bellini, etc. Los valores adaptados a dicha escala responden a la Tabla (Yépez et al, 1996):

Finalmente, el índice de Vulnerabilidad puede evaluarse mediante la expresión:

$$I_v = 100 \cdot \frac{\left(\sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i \right) + 1}{34}$$

2.3.5. Parámetros de métodos

I. Organización del Sistema Resistente

Con este parámetro se evalúa el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Se reporta una de las clases:

- Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma E.030.
- Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.
- Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien unidas.
- Edificio con paredes ortogonales no ligadas entre sí.

II. Calidad del Sistema Resistente

Con este parámetro se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando, de modo cualitativo, su característica de resistencia con el fin de asegurar la eficiencia del comportamiento en "cajón" de la estructura. La atribución de un edificio a una de las cuatro clases se efectúa en función de dos factores: por un lado, del tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la mampostería. Por otro lado, de la homogeneidad del material y de las piezas, por toda la extensión del muro. Se reporta una de las clases:

- Mampostería en ladrillo o bloques de buena calidad
- Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas.
- Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro.
- Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.
- Mampostería en piedra irregular mal trabada o ladrillo de baja calidad, con la inclusión de gujarros y con piezas no homogéneas o privadas de ligamento.

III. Resistencia Convencional

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada

con razonable confiabilidad. El procedimiento utilizado requiere del levantamiento de los datos:

N: número de Pisos

At: área total cubierta en (m²)

A_{x,y} : área total de los muros resistentes en el sentido

X e Y respectivamente en (m²).

El área resistente de los muros inclinados un ángulo α diferente de cero, respecto a la dirección considerada, se debe multiplicar por $(\cos \alpha)^2$ τ_k : resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²). En el caso de que la mampostería se componga de diferentes materiales, el valor de τ_k :se determina como un promedio ponderado de los valores de resistencia a cortante para cada uno de los materiales τ_i : utilizando como factor de peso el porcentaje relativo en área

A_i : de cada uno de ellos.

Ecuación

Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería

$$\tau_k = \frac{\sum \tau_i A_i}{\sum A_i}$$

h: altura media de los pisos en (m)

P_m: peso específico de la mampostería en (Ton/m³)

P_s: peso por unidad de área del diafragma en Ton/m²)

IV. Posición del edificio y de la Cimentación

Con este parámetro se evalúa, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual

ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén. Se reporta una de las clases:

- ❖ Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- ❖ Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro.
- ❖ Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén
- ❖ Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- ❖ Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén

V. Diafragmas horizontales

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Se reporta una de las clases:

- A). Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones

Ausencia de planos a desnivel.

- La deformabilidad del diafragma es despreciable.

- La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

B). Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.

C). Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2.

D) Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

VI. Configuración en Planta

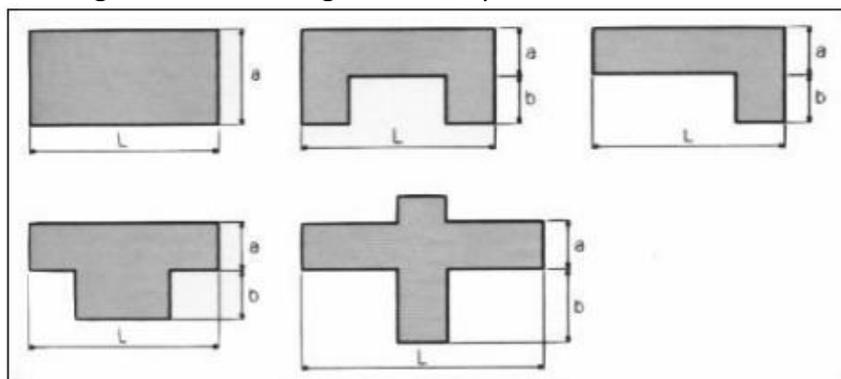
El comportamiento sísmico de un edificio depende de la forma en planta del mismo. En el caso de edificios rectangulares es significativo la relación

$\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También

es necesario tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación

$\beta_2 = b / L$. En la Figura 02 se explica el significado de los dos valores que se deben reportar, para lo cual se evalúa siempre el caso más desfavorable.

Figura No. 01 Configuración en planta de la estructura.



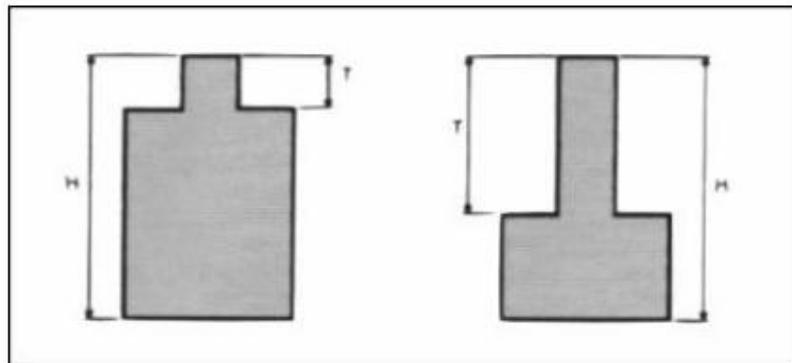
Fuente: Propio

VII. Configuración en elevación.

En el caso de edificios de mampostería, sobre todo para los más antiguos, la principal causa de irregularidad está constituida por la presencia de

porches y torretas. La presencia de porches se reporta como la relación porcentual entre el área en planta del mismo y la superficie total del piso. La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H, tal como se indica en la Figura Nro.03. No se deben tener en cuenta las torretas de modesta dimensión tales como chimeneas, escapes de ventilación, etc. También se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

Figura No.02 Configuración en elevación de la estructura.

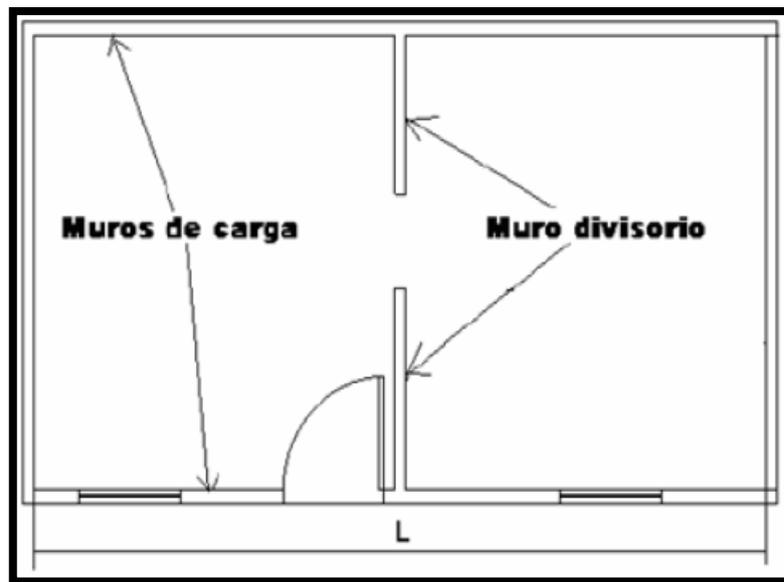


Fuente: Propio

VIII. Distancia Máxima entre dos Puntos

Con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros (de carga) interceptados por muros transversales, ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se reporta el factor L/S , donde L es el espaciamiento entre los muros transversales y S el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable.

Figura No 03.
Configuración de los muros en planta de la estructura y su respectiva separación (L).



Fuente: Propio

IX. Tipo de Cubierta

Se tiene en cuenta con este parámetro, la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas. Se reporta una de las clases:

- A. Edificio con cubierta estable y provista de viga cumbrera. Edificio con cubierta plana.
- B. Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbrera. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbrera.
- C. Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbrera.
- D. Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbrera.

X. Elementos no Estructurales

Se tiene en cuenta con este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se trata de un parámetro secundario, para fines de la evaluación de

la vulnerabilidad, por lo cual no se hace ninguna distinción entre las dos primeras clases. Se reporta una de las clases:

A. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

B. Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.

C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.

D. Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectada a ésta de modo deficiente.

XI. Estado de Conservación.

Se reporta una de las clases:

Muros en buena condición, sin lesiones visibles.

Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.

Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta

lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.

Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

2.3.6. Cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa

Los cálculos requeridos por los parámetros de naturaleza cuantitativa son básicamente de dos tipos: el primer tipo consiste en la aplicación de fórmulas matemáticas sencillas y el segundo tipo consiste en la toma de decisiones con base en condiciones lógicas. Enseguida se explican estos dos tipos de cálculos requeridos por los parámetros 3, 6, 7 y 8. La mayoría de las variables involucradas ya se han explicado.

i. Parámetro de resistencia convencional (3)

El coeficiente sísmico C , se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

Ecuación Nro.03 Factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo

$$C = \frac{a_0 \tau k}{qN} \sqrt{1 + \frac{qN}{1.5a_0 \tau k(1 + y)}}$$

Donde:

Ecuacion Nr°.04

$$A = \min\{Ax; Ay\}$$

Ecuacion Nr°.05

$$B = \max\{Ax; Ay\}$$

Ecuacion Nr°.06

$$a_0 = A/A_y$$

Ecuación Nr°.07

$$y = B/A$$

Ecuación Nr°.08

$$q = \frac{(A + B)h}{A_y} P_m + P_y$$

El valor de q representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor, en donde es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como 0.2, según las Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmico de diseño de Bogotá correspondiente a la región 05.

- A) Edificio con $\alpha \geq 1$.
- B) Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.
- C) Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.
- D) Edificio con $\alpha < 0.4$.

ii. Configuración en planta La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$.
- B) Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$.
- C) Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$.
- D) Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$.

iii. Configuración en elevación La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

- A) Edificio con $-M/M < 10\%$.
- B) Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -M/M < 20\%$.

C) Superficie porche = 10% \approx 20% ó $-M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$.

D) Superficie porche $> 20\%$ ó $M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$.

Distancia máxima entre los muros La asignación de este parámetro, dentro de una de las cuatro clases, se realiza con base en las condiciones:

A) Edificio con $L/S < 15$.

B) Edificio con $15 \leq L/S < 18$.

C) Edificio con $18 \leq L/S < 25$.

D) Edificio con $L/S \geq 25$.

Es muy importante aclarar que la importancia de usar este método precisamente, radica en que al ser un método no destructivo no implica la ejecución de ensayos, se deduce que la información necesaria contra la disponible es óptima, los resultados son bastante confiables según se ha visto desde sus inicios en Italia en 1973 y además, los cálculos son relativamente sencillos, facilitando así mismo la interpretación de resultados. A continuación, se presenta un cuadro comparativo de varias metodologías para el análisis de la vulnerabilidad sísmica.

Cuadro N°08 Comparación de Metodologías Cuantitativas

COMPARACION DE METODOLOGIAS CUANTITATIVAS		
METODOLOGIA	VENTAJA	DESVENTAJA
METODO JAPONES	Evalúa gran cantidad de parámetros que los otros métodos olvidan tales como elementos no estructurales del tipo de instalaciones eléctricas o demás	limita su rango de acción a edificios de concreto reforzado de mediana y baja altura
INDICE DE VULNERABILIDAD	De fácil comprensión en los cálculos y los resultados. Resultados confiables fácil adaptación a las restricciones de diseño y construcción	Al igual que las demás metodologías sus resultados solo son aproximados o estimaciones de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras.
Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS	De fácil comprensión, está diseñada para que pueda ser usado por cualquier persona con conocimientos medios del tema	Los resultados no se pueden completar con los de otros métodos, de tal forma que no logran una mayor exactitud que las demás metodologías

Fuente: Propia

2.3.7. Diseño estructural de la edificación:

El objeto de esta memoria es brindar una breve descripción de la estructuración adoptada, así como de los criterios considerados para el diseño de los elementos estructurales.

Como parámetro muy importante, se considera la categoría de edificación, la cual cae en la clasificación de Edificaciones Esenciales, son edificaciones cuyas funciones no deben interrumpirse en forma inmediata ante la ocurrencia de un sismo, esto es porque ante un evento sísmico o catástrofe de cualquier índole estas edificaciones pueden servir de refugio.

2.3.7.1. Estructuración

El proyecto consta de dos módulos de cuatro niveles cada uno cuyo planteamiento estructural se describe a continuación:

Módulo A: El proyecto estructural planteado se basa, en Sistema Estructural DE PREDOMINIO DE PORTICOS en ambos sentidos, conformado por columnas de concreto armado, las columnas son de 30 cm. De espesor y de longitud variable, de forma rectangular y de forma de “T” debidamente dispuestas en los extremos de la estructura para evitar problemas de torsión del mismo modo ante sollicitaciones sísmicas, las vigas son peraltadas predominando secciones de 0.30x1.00m. Y de 0.30x1.00m diseñados para soportar cargas gravitacionales y sísmicas.

Módulo B: El proyecto estructural planteado se basa, en Sistema Estructural DE PREDOMINIO DE PORTICOS ambos sentidos, conformado por columnas de concreto armado, las columnas son de 30 cm. De espesor y de longitud variable, de forma rectangular, de forma “L” y “T” debidamente

dispuestas en los extremos de la estructura para evitar problemas de torsión del mismo modo ante sollicitaciones sísmicas, las vigas son peraltadas predominando secciones de 0.30x1.00m. Y de 0.30x1.00m diseñados para soportar cargas gravitacionales y sísmicas.

La forma como se disponen en planta y en altura los elementos estructurales de los módulos proveen características importantes para un adecuado comportamiento frente a las cargas verticales y fuerzas sísmicas.

La cimentación o fundación para la estructura propuesta de los dos módulos se basa en un sistema de zapatas aisladas dependiendo de la característica del elemento a cimentar, la altura de las zapatas es de 0.60m en todos los casos, se tienen además muros de contención de concreto armado en ambos módulos.

Los detalles y procesos constructivos de la cimentación que se detallan en planos. Los techos consisten, en losas macizas de 20cm de espesor armadas en un

sentido, apoyados sobre las vigas peraltadas y que a su vez descansan sobre las

placas y/o pórticos de concreto armado

Los muros y tabiques interiores, están separados de la estructura principal mediante juntas de 2.00cm y debidamente confinados con columnetas y viguetas de amarre.

Las sobrecargas de diseño se encuentran indicadas en planos y son:

1er al 4to piso:

En corredores S/C = 400 Kg/m²

En resto de ambientes S/C = 400 Kg/m²

2.3.7.2. Diseño de elementos estructurales

A. Estructura de muros, columnas y vigas de concreto armado

Los diferentes elementos estructurales se han diseñado, considerando el Método a la rotura, realizando las combinaciones de Carga Muerta, Carga Viva y Cargas de sismo, de acuerdo a las estipulaciones dadas en las Normas Técnicas de Concreto armado E-060 y Normas de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El análisis sísmico se ha realizado considerando la presencia de muros de albañilería y el tipo y uso del suelo, para la estimación de la fuerza cortante total en la base de la edificación.

B. Cimentación

Para el diseño de la cimentación se ha tomado en cuenta lo especificado en el estudio de suelos, considerando que el suelo resistente se encuentra a una profundidad indicada en los planos.

JUNTAS

En el planteamiento general de la edificación, se ha considerado una junta sísmica entre ambos módulos de 9.0 cm. dada las características de la edificación, para evitar los efectos de desplazamientos y contracción.

C. Parámetros de diseño adoptados

Concreto simple:

Solados	: Concreto C:H = 1:12 $f'c=80\text{kg/cm}^2$
Cimiento	: Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2 + 30\% \text{ PG}$
Sobrecimiento	: Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2 + 25 \%$
PM	
Veredas y rampas	: Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Concreto Armado:

Muros de contención	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Zapatas, Vigas de cimentación	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Sobrecimiento armado	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Columnas, vigas, placas	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Losas aligeradas y macizas	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Escaleras.	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Columnetas de amarre	: Concreto $f'c=210$ kg/cm ²
Cemento	: Cemento portland tipo V (para elementos en contacto con el terreno, si se encontrase Sulfatos y cloruros en el terreno de fundación).
Cemento portland tipo I (para el resto de Elementos).	

Acero:

Corrugado : $f_y = 4200$ kg/cm²

Albañilería:

Resistencia a la compresión : $f'm = 45$ kg/cm²

Unidades de albañilería : Tipo IV de (9x13x24) Mortero

: 1:4 (cemento: arena) Juntas : 1.00 a 1.50 cm.

Cargas:

Concreto armado : 2,400 kg/m³

Concreto ciclópeo : 2,300 kg/m³

Piso terminado : 100 kg/m²

Albañilería : 1,800 kg/m³

Losa maciza : 480kg/m²

Sobrecarga : Indicadas

Parámetros de cimentación:

Según el estudio de suelos se tiene la siguiente información:

Características del suelo.- el tipo de suelo según la clasificación SUCS es un

GP, GW y GC, que viene a ser un suelo Gravoso con presencia de Arcilla y Limos.

Agresividad el suelo.- el suelo No contiene sales agresivas al concreto, por lo que la construcción de toda la cimentación, y/o cualquier elemento con o sin contacto con el terreno será fabricado con cemento portland tipo I.

Profundidad de cimentación : mínimo 1.60 a partir del NTN

Capacidad admisible : 1.55 kg/cm², según los estudios de Mecánica de

Suelos presentados por GEOMINGE S.A.C.

2.3.7.3. Análisis sismoresistente de acuerdo a la norma E-030

A. Evaluación estructural de las edificaciones

El proyecto está conformado de dos módulos de 04 pisos más debidamente separados uno del otro mediante una junta sísmica de 7.00cm y que fueron analizados considerando el análisis sísmico estático y dinámico.

B. Consideraciones sismo resistentes

La norma establece requisitos mínimos para que las edificaciones tengan un adecuado comportamiento sísmico con el fin de reducir el riesgo de

pérdidas de vida y daños materiales, y posibilitar que las edificaciones esenciales puedan seguir funcionando durante y después del sismo.

El proyecto y la construcción de edificaciones se desarrollan con la finalidad de garantizar un comportamiento que haga posible.

1. Resistir sismos leves sin daño.
2. Resistir sismos moderados considerando la posibilidad de daños estructurales leves.
3. Resistir sismos severos con posibilidad de daños estructurales importantes, evitando el colapso de la edificación.

Modulo A

Muros de concreto armado $R_x = 8.00$

Muros de concreto armado $R_y = 8.00$

Modulo B

Muros de concreto armado $R_x = 8.00$

Muros de concreto armado $R_y = 8.00$

Factor de amplificación sísmica

$$C = 2.5 \times (T_p/T), C \leq 2.5$$

Donde:

T_p = periodo de vibración del suelo

T = periodo de vibración de la estructura

Con el siguiente valor mínimo $C/R \geq 0.10$

ESPECTRO DE ACELERACIONES $R_x = R_y = 8.00$

C. Modelos matemáticos:

El comportamiento dinámico de las estructuras se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideran la contribución de

los elementos estructurales tales como muros de albañilería, vigas, columnas, placas en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura.

Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que

es necesario precisar la cantidad y distribución de la masa en los pisos.

Se ha comprobado en diversos estudios que el comportamiento dinámico de las estructuras en el rango elástico se ve influenciado por la presencia de la tabiquería de la albañilería y se debería considerar la contribución de estos elementos en la rigidez de las estructuras.

Las sobrecargas utilizadas conforme a la norma de cargas E-020

En corredores $S/C = 400\text{Kg/m}^2$

En resto de ambientes $S/C = 400\text{Kg/m}^2$

Para el análisis se consideró las masas de las losas, vigas, columnas y muros, la tabiquería, los acabados de piso y 50% de sobrecarga máxima por tratarse de edificaciones de la categoría A.

Las combinaciones de cargas para el análisis son las estipuladas en el Reglamento

Nacional de Edificaciones.

1) $1.4D + 1.7L$

2) $1.25D + 1.25L \pm 1.00S_x$

3) $1.25D + 1.25L \pm 1.00S_y$

4) $0.90D \pm 1.00S_x$

5) $0.90D \pm 1.00S_y$

D. Edificaciones de concreto armado

Se modelaron la estructura para ser ensayadas mediante los análisis sísmico estático como dinámico empleando el software ETABS V9, de los resultados obtenidos se realizaron comparaciones, donde se observaron que los resultados del análisis estático son mas conservadores que el análisis dinámico, por lo que se tomó el análisis sísmico dinámico para el cálculo de los máximos desplazamientos y distorsiones de los entresijos y para el diseño estructural de las edificaciones las cargas consideradas fueron las del análisis estático.

El análisis dinámico se realizó mediante procedimiento modal espectral considerando siete modos de vibración con 90% de la fuerza equivalente.

E. Desplazamientos laterales:

En el artículo 4.1.4 de la norma, los máximos desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos de la combinación modal de acuerdo a la norma e-030 del reglamento nacional de construcciones.

$$0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

El máximo desplazamiento relativo de entresijo, no deberá exceder la fracción de la altura de entresijo de 0.007 para estructuras de concreto armado (indicada tabla 8 del artículo 3.8.1 de la norma E-030)

De los resultados obtenidos del análisis dinámico se presenta el siguiente cuadro:

PARA EL MÓDULO A SE TIENEN LOS SIGUIENTES

DESPLAZAMIENTOS:

Cuadro N° 09 Comprobando desplazamientos en el sentido X-X /

Modulo A Separación

	R = 8	3.5	8.84	Sísmica =	8.80 Cm.	
ENTREPISO	Di (dezl. Centro de masa)(cm)	$\Delta i = Di * 0.75 * R$ (Desplazamiento global de entrepiso)	$\delta i = \Delta i + 1 - \Delta i$ (Desplazamiento local o relativo de entrepiso)	Hi _ Altura de entrepiso (cm)	$\hat{y} = \delta i / Hi \leq 0.007$	Control:
STORY 1	0.0009	0.5400	0.54	420	0.0013	Ok
STORY 2	0.0029	1.7400	1.20	420	0.0029	Ok
STORY 3	0.0053	3.1800	1.44	420	0.0034	Ok
STORY 4	0.0081	4.8600	1.68	420	0.0040	Ok
STORY 5	0.0106	6.3600	1.50	280	0.0054	Ok

1960

Fuente: Propio

Cuadro N°10 Comprobando desplazamientos en el sentido Y-Y/

Modulo A Separación

	R = 8	3.5	8.84	Sísmica =	8.80 Cm.	
ENTREPISO	Di (dezl. Centro de masa)(cm)	$\Delta i = Di * 0.75 * R$ (Desplazamiento global de entrepiso)	$\delta i = \Delta i + 1 - \Delta i$ (Desplazamiento local de entrepiso)	Hi _ Altura de entrepiso (cm)	$\hat{y} = \delta i / Hi \leq 0.007$	Control:
STORY 1	0.0008	0.4800	0.48	420	0.0011	Ok
STORY 2	0.0027	1.6200	1.14	420	0.0027	Ok
STORY 3	0.005	3.0000	1.38	420	0.0033	Ok
STORY 4	0.0075	4.5000	1.50	420	0.0036	Ok
STORY 5	0.009	5.4000	0.90	280	0.0032	Ok

1960

Fuente: Propio

En el eje X-X

El desplazamiento máximo del último piso es 6.36 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es 4.86 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es $0.0054 < 0.007$

En el eje Y-Y

El desplazamiento máximo del último piso es 5.4 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es 4.50 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es $0.0036 < 0.007$

Como se puede apreciar los desplazamientos totales son los menores que los permitidos por la norma, así mismo los δ_i/H_i en ambas son menores que 0.007.

Para el módulo b

Se tienen los siguientes desplazamientos:

**Cuadro N° 11 Comprobando desplazamientos en el sentido X-
X/Modulo B Separación**

$R = 8 \quad 3.5 \quad 8.84 = 8.80 \text{ Cm.}$

ENTREPISO	D_i (dezl. Centro de masa)(c m)	$\Delta_i = D_i * 0.75 * R$ (cm) (Desplazamiento global de entrepiso)	$\delta_i = \Delta_{i+1} - \Delta_i$ (Desplazamiento local o relativo de entrepiso)	H_i _ Altura de entrepiso (cm)	$\hat{y} = \delta_i / H_i \leq 0.007$	Control:
STORY 1	0.0004	0.2400	0.24	420	0.0006	Ok
STORY 2	0.0012	0.7200	0.48	420	0.0011	Ok
STORY 3	0.0022	1.3200	0.60	420	0.0014	Ok
STORY 4	0.0037	2.2200	0.90	420	0.0021	Ok
STORY 5	0.0022	1.3200	-0.90	280	-0.0032	Ok

1960

Fuente: Propio

**Cuadro N° 12 Comprobando desplazamientos en el sentido Y-Y/
Modulo B Separación**

$R = 8 \quad 3.5 \quad 8.84 = 8.80 \text{ Cm.}$

ENTREPISO	D_i (dezl. Centro de masa)(c m)	$\Delta_i = D_i * 0.75 * R$ (cm) (Desplazamiento global de entrepiso)	$\delta_i = \Delta_{i+1} - \Delta_i$ (Desplazamiento local de entrepiso)	H_i _ Altura de entrepiso (cm)	$\hat{y} = \delta_i / H_i \leq 0.007$	Control:
STORY 1	0.0002	0.1200	0.12	420	0.0003	Ok
STORY 2	0.0007	0.4200	0.30	420	0.0007	Ok
STORY 3	0.0012	0.7200	0.30	420	0.0007	Ok
STORY 4	0.0019	1.1400	0.42	420	0.0010	Ok
STORY 5	0.0032	1.9200	0.78	280	0.0028	Ok

1960

Fuente: Propio

Modulo B Separación

En el eje X-X

El desplazamiento máximo del último piso es 1.32 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es 2.22 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es $0.0021 < 0.007$

En el eje Y-Y

El desplazamiento máximo del último piso es 1.92 cm

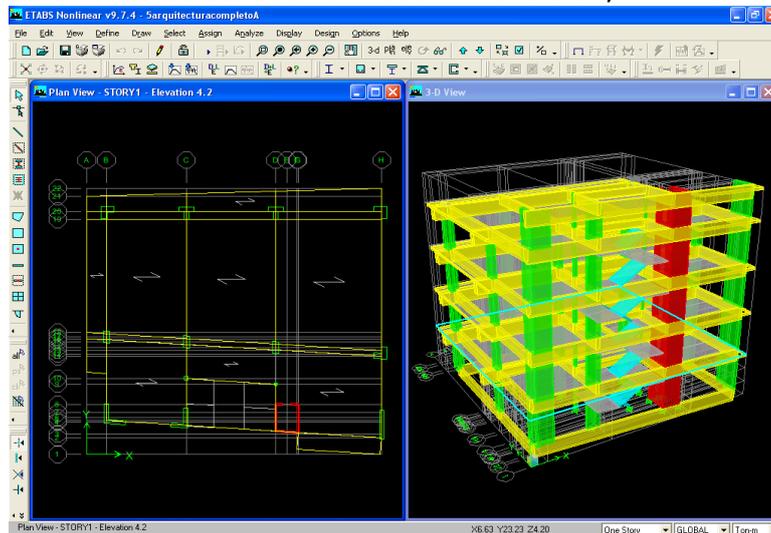
El desplazamiento máximo del entrepiso es 1.14 cm

El desplazamiento máximo del entrepiso es $0.0028 < 0.007$

Como se puede apreciar los desplazamientos totales son los menores que los permitidos por la norma, así mismo los deltas/hi en ambas son menores que 0.007.

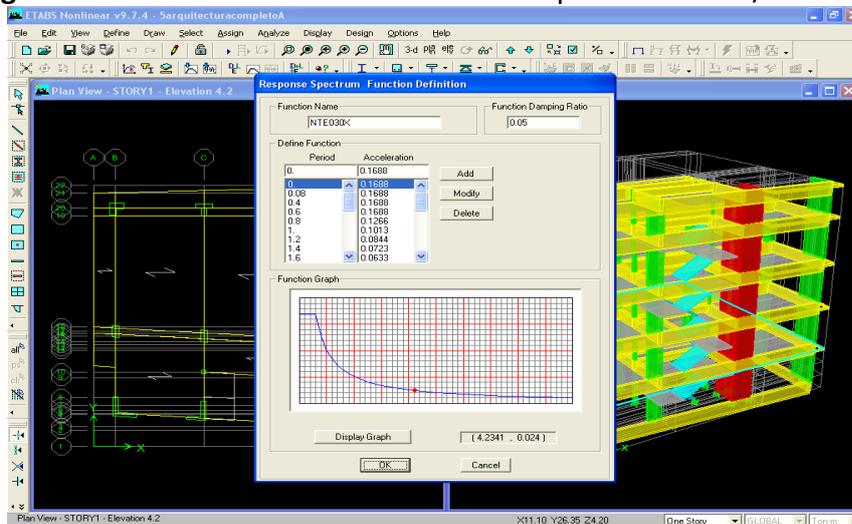
Modulo A.

Figura No.04 Análisis estructural Etabs. – Modela 3D/Modulo A



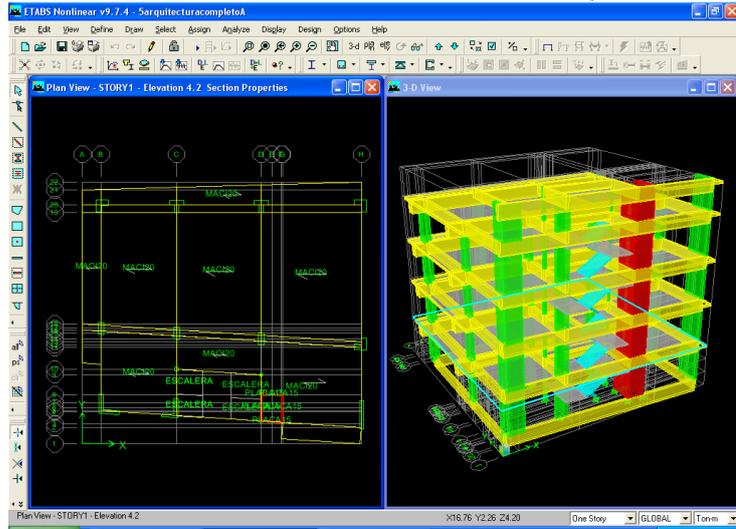
Fuente: Propio

Figura No.05 Análisis estructural Etabs. – Espectro Función/Modulo A



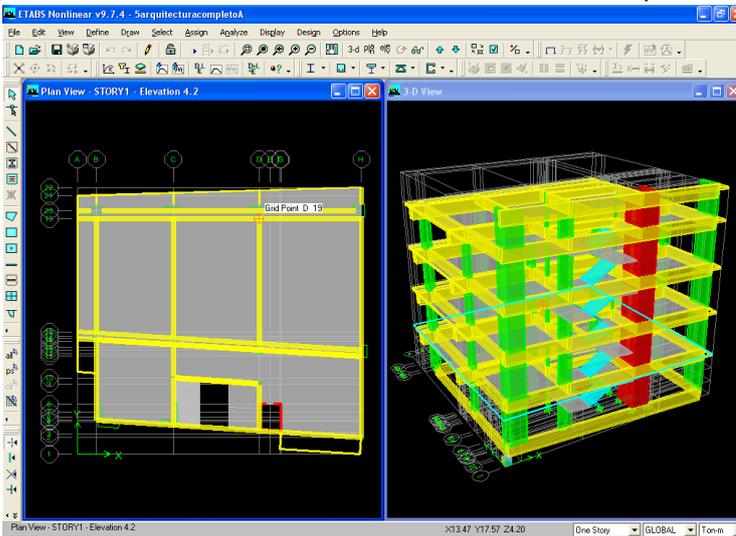
Fuente: Propio

Figura No.06 Análisis estructural Etabs. – Sección Propiedades /Modulo A



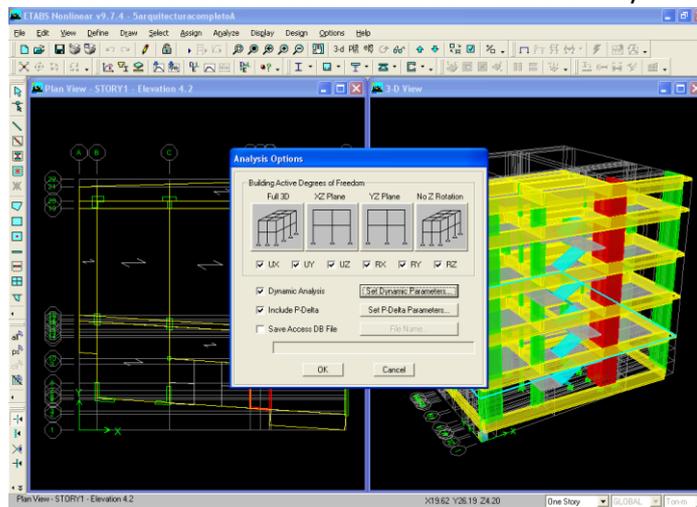
Fuente: Propio

Figura No.07 Análisis estructural Etabs. – Elevacion /Modulo A



Fuente: Propio

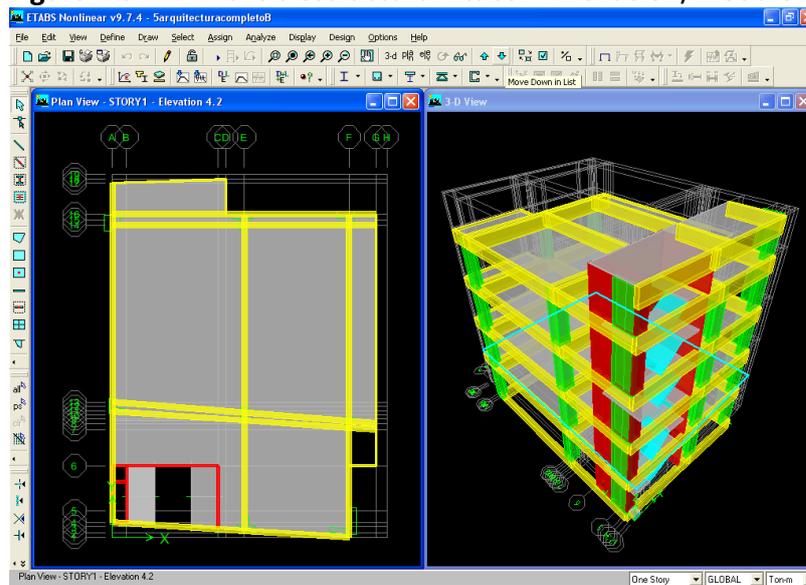
Figura No.08 Análisis estructural Etabs. – Secciones /Modulo A



Fuente: Propio

Fuente: Propio

Figura No.12 Análisis estructural Etabs. – Elevacion/Modulo B

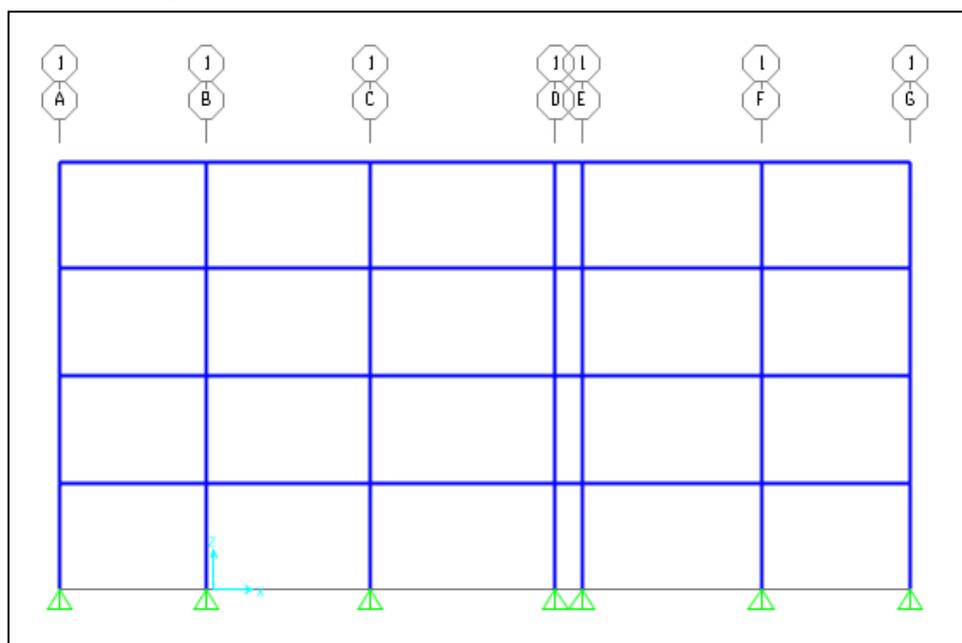


Fuente: Propio

2.3.8. Análisis estructural de la edificación:

El modelado de la estructura de la edificación se realizó en el programa SAP2000. , el cual se basó en la planta de estructuración. En el modelo se asignaron las cargas presentadas en el metrado de cargas. Además, se definió seis niveles con las secciones definidas en el pre dimensionamiento para los elementos estructurales. El análisis de la estructura se realizó en base a la hipótesis de diafragma rígido en cada nivel que permite compatibilizar los desplazamientos de los elementos estructurales para cada pórtico independiente. Los elementos estructurales se definieron en el programa considerando las dimensiones de la estructuración y se asignó las propiedades mecánicas establecidas para este proyecto. El análisis de la estructura mediante este programa permite obtener los resultados de fuerzas internas para cada pórtico.

Figura No.13 PÓRTICO DEL EJE 1-1 DE LA EDIFICACION



Fuente: Propio

Se estableció una combinación de carga última en el modelo con el fin de analizar las fuerzas internas en los pórticos. Esta combinación se compone de la carga muerta y carga viva ($1.4CM+1.7CV$). Debe tenerse en cuenta que el modelo realizado no ha considerado el efecto del proceso constructivo, el cual añade efectos por deformación axial de elementos como columnas.

Se puede apreciar la distribución de momento flector positivo y negativo en uno de los pórticos del modelo. Los resultados corresponden a la combinación de carga última $1.4CM+1.7CV$. El programa desarrolla los análisis por cargas de gravedad teniendo en cuenta el peso propio de los elementos y cargas distribuidas en las losas.

Con el fin de analizar los resultados del modelo se realizó una comparación con el análisis convencional de la viga peraltada presentada en esta sección.

Los resultados de carga última para la viga del eje E-E se presentan

Se observa que existe un incremento en el momento positivo máximo de 23% y una disminución de momento negativo de 18% respecto a los resultados de

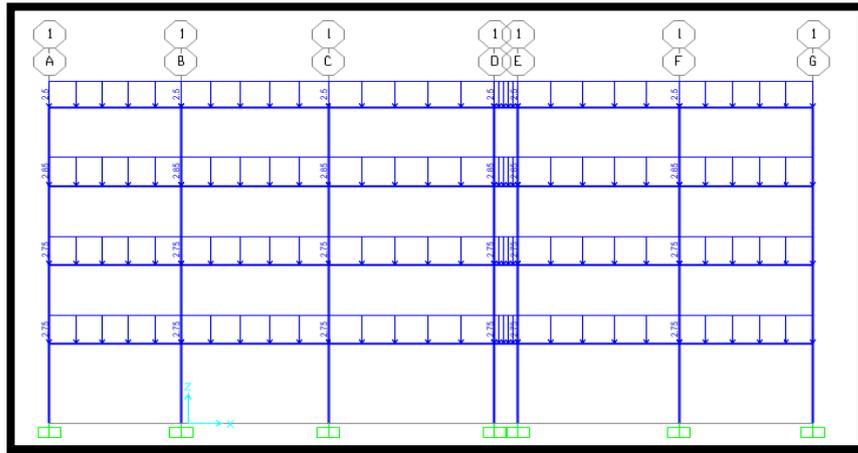
momento en el análisis convencional. Una explicación para la diferencia de resultados es debido a que las cargas en el modelo son aplicadas simultáneamente incluyendo el peso propio de la estructura, por lo que se generan momentos debido a la deformación axial en columnas que alteran los resultados por cargas de gravedad. Por tanto, se ha dispuesto utilizar los resultados del análisis por cargas de gravedad convencional. En consecuencia, el diseño de elementos de concreto armado se realiza utilizando una envolvente de momentos compuesta por las cargas de sismo del modelo y los resultados del análisis por cargas de gravedad presentado en este capítulo para cada elemento estructural.

Figura No.14 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – CON DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS Y VIGAS



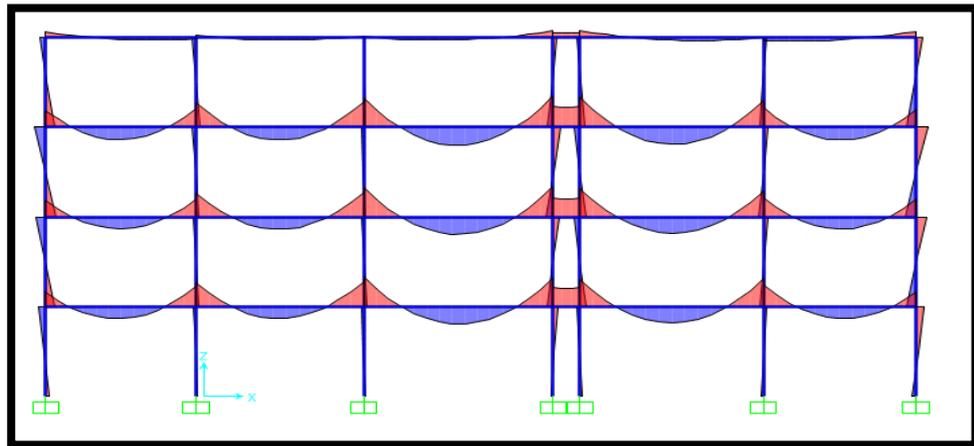
Fuente: Propio

Figura No.15 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – CON LAS CARGAS CONVINCION $-(1.4CM+1.7CV)$.



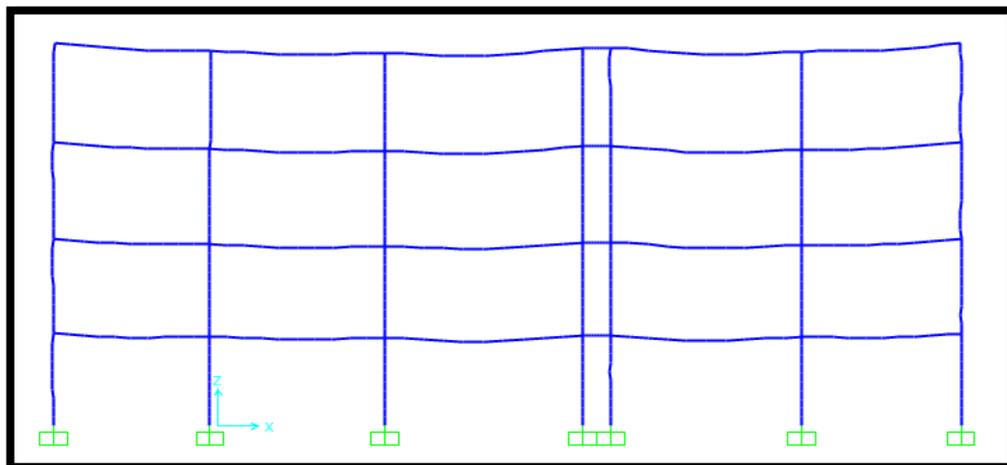
Fuente: Propio

Figura No.16 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – ENVOLVENTE DE MOMENTOS



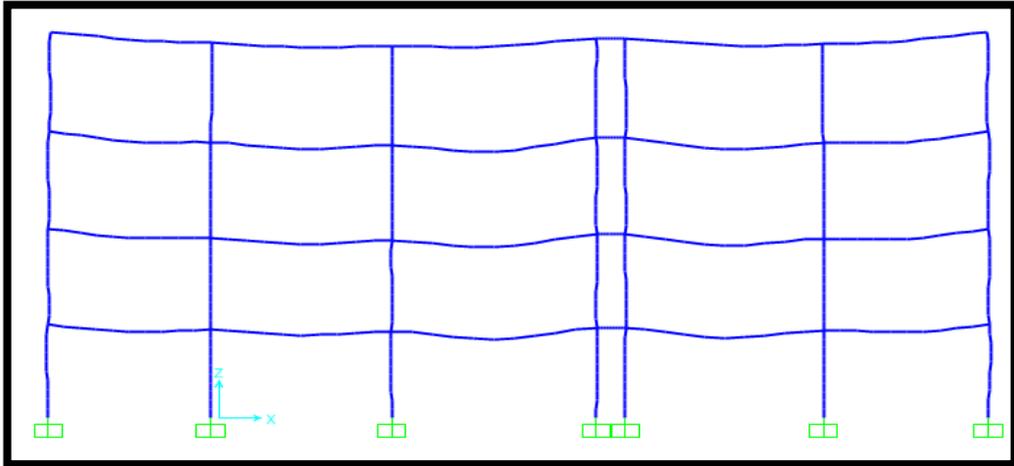
Fuente: Propio

Figura No.17 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – ANALISIS SISMICO CON LA CARGA MUERTA



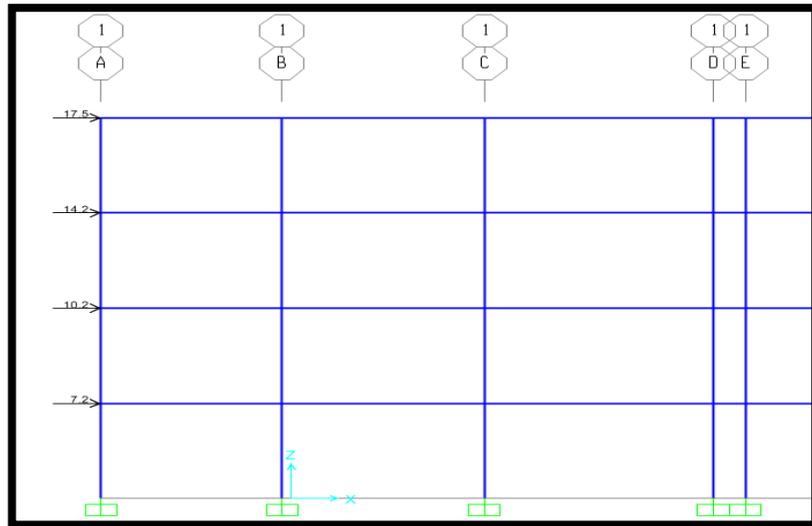
Fuente: Propio

Figura No.18 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – ANALISIS SISMICO CON LA CARGA VIVA



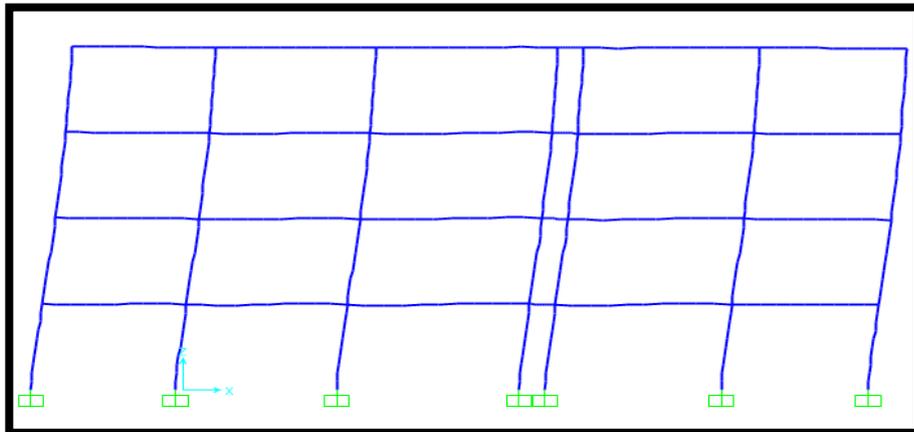
Fuente: Propio

Figura No.19 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – CON CARGA SISMICA



Fuente: Propio

**Figura No.20 PÓRTICO PRINCIPAL DE LA EDIFICACION – ANALISIS SISMICO
1.4D + 1.7L -CS**



Fuente: Propio

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- a) Al analizar la vulnerabilidad sísmica de la edificación del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -UNDAC - Pasco 2019” por medio del método del índice de vulnerabilidad se podrá conocer el nivel de daño en dichas estructuras ante un evento sísmico. Los factores influyen en la vulnerabilidad físico estructural y funcional del pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas -UNDAC podremos determinar su índice de vulnerabilidad a si prever el comportamiento de las mismas ante un evento sísmico dado.

2.4.2. Hipótesis específicas

- b) Al evaluar las características arquitectónicas actuales de las edificaciones informales en el pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas –UNDAC podremos tomar medidas de reducción de daños económicos y humanos.
- c) Si se tiene un mapa de peligros es este caso de vulnerabilidad sísmica en el pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas –UNDAC se podrá mejorar la calidad de las edificaciones futuras en la ciudad universitaria.
- d) Si evaluamos e identificamos el tipo de suelo de la edificación en la ciudad universitaria se podrá prever ante un eventual movimiento sísmico.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente:

- pabellón de la facultad de derecho y ciencias políticas UNDAC

2.5.2. Variables dependientes:

- Vulnerabilidad sísmica

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro N°09 VARIABLES E INDICADORES

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES		DIMENSION	INDICADORES	MEDICION
QUE TAN VULNERABLE SISMICAMENTE SERA EL PABELLON DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS - UNDAC	Estudiar la vulnerabilidad sísmica del pabellon de derecho y ciencias políticas empleando modelos no lineales	DEPENDIENTES	Vulnerabilidad sísmica	Daño en la estructura	Placas, Columnas y Vigas	Indice de Daño
					muros de albañilería	Estado de daño
				Respuesta de la Estructura	Distorsion Maxima	A milímetros
					Regularidad	Discontinuedad
		INDEPENDIENTE	Pabellon de la facultad de derecho y ciencias políticas	Configuración estructural	Diafragma rígido	losa
					Rigidez lateral	Muros
					simetría	-
					Resistencia estructural	Resistencia de Placas, Columnas
			Resistencia de Muros	f ^m		

Fuente: Propio

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será Descriptivo ya que se encontrará la relación entre las variables y se explicará porque se da esta relación

El Nivel de la investigación es Descriptivo racional, ya que se plantea y pone a prueba nuestra hipótesis, estableciendo la asociación entre factores que intervienen.

3.2. Método de investigación

3.2.1. Método

El método que se utilizó en esta investigación es de inductivo – deductivo, con carácter científico.

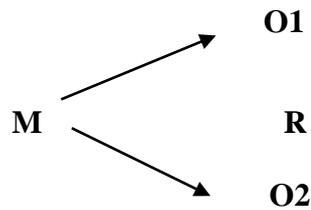
3.2.2. Diseño

Esta investigación pertenece al enfoque cuantitativo, y se utilizó en el diseño no experimental y correlacionar. El diseño a emplearse es transaccional descriptivo, cuyo objetivo es la recolección de datos

Para indagar la relación, y el interés es describir la característica individual de cada variable:

3.3. Diseño de la investigación

Es no experimental, por ser una investigación descriptiva, el diseño que se utilizó en la presente investigación es descriptivo para lo cual se muestra el siguiente esquema:



O1: Evaluación de la vulnerabilidad Sísmica

O2: Riesgos de Desastres Finales

M: Muestra

r: Relación

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica del Pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – UNDAC del Distrito de Yanacancha.

3.4.2. Muestra

Se seleccionaron edificaciones de la zona que tenían características representativas del sector, tales como: tipo de suelo, topografía y tipo de construcciones, para su evaluación.

El tipo de muestreo que se realizó es el muestreo aleatorio simple, todos tenían la posibilidad de ser elegidos, cuando se hace una muestra probabilística de una población (N), uno se pregunta cuál es el menor número de unidades muestrales (n) que asegure un determinado nivel de error estándar, menor a 0.01 o 0.05. Para determinar la muestra se hizo uso de la siguiente expresión:

$$n' = S^2 V^2 / 43 n = n' / 1 + n' / N$$

Dónde: n' = Tamaño provisional de la Muestra

S^2 = Varianza de la Muestra

V^2 = Varianza de la población

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos.

Se utilizará la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra. La evaluación de la condición incluye los siguientes Instrumentos:

- Observación y evaluación.
- Revisión Bibliográfica.
- Revisión Documentaria.
- Realizar estudios de sitio.
- Entrevistas.
- Laptop Portátil.
- Distancímetros
- Eclímetros

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos.

El instrumento durante el proceso de investigación de la presente proyectó de tesis es la relación siguiente:

- Libros y archivos (Libro de Análisis Estructural, libro de concreto armado).
- Estudio definitivo del proyecto (Perfil técnico, Expediente técnico).
- Estudio de sitio (Estudio topográfico, estudio planímetro, estudio de Suelos).
- Cámara fotográfica (Toma de Fotografías).
- Resultados obtenidos.

3.5.3. Procedimientos de recolección de datos.

- Revisión documentaria (expediente y perfil técnico de la edificación).
- Observación y evaluación in situ de la estructura del pabellón.
- Prospección visual del terreno y realización de calicatas para poder obtener las características físico-mecánicas del suelo de fundación de la estructura del Pabellón.
- Revisión de las normas peruanas, E-020 "norma para cargas", E-030 "norma para diseño sísmico resistente", E-060 "norma para concreto armado" y E-070 "norma para albañilería".

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En el presente proyecto de investigación se usará: Técnicas cuantitativas: La que implica el conjunto descriptivo, por lo que se usará una estadística descriptiva, en el cual se emplearán:

- Medidas de tendencia central (media, mediana, moda).

- Medidas de dispersión (desviación estándar, varianza, etc). Análisis e interpretación de datos
- Tabulación de datos.
- Interpretación de cuadros estadísticos.
- Gráficos estadísticos.

3.7. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico a emplearse es mediante la estadística, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

CUADROS

3.7.1. Tamaño muestral.

AREA DE UBICACIÓN:

- Región: Pasco.
- Provincia: Pasco.
- Distrito: Yanacancha.
- Lugar: Ciudad Universitaria UNDAC

ÁREA DEL PROYECTO:

La superficie del terreno es de:

- Área total construida: 2,654.76 m²
- Área construida del 1er piso: 569.12 m²
- Área construida del 2do piso: 665.42 m²
- Área construida del 3er piso: 665.42 m²
- Área construida del 4to piso: 665.42 m²
- Área techada: 2,565.38 m² C.

DATOS GENERALES:

- Sistema estructural: A porticado
- Uso: Aulas Académicas.
- N° de pisos: 04 pisos.
- $f'c$ (losa aligerada) : 210 kg/cm^2
- $f'c$ (columnas y vigas) : 210 kg/cm^2
- $f'c$ (cimentación) : 210 kg/cm^2
- f_y : 4000 kg/cm^2

Figura No.21 UBICACIÓN SATELITAL FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS UNDAC



Fuente: Propio

PARÁMETROS SÍSMICOS:

- Factor Sísmico: $Z=0.3048$
- Factor de ampliación del suelo: $S=1.00$

- Factor que define la plataforma del espectro: $T_p=0.40$
- Factor de uso de edificación: $U= 1.50$
- Factor de reducción: $R_x= 8$ y $R_v=8 E$.

EVALUACIÓN DE SUELOS.

En el presente se evalúa lo más relevante para la estructuración y modelación de la edificación. Que mediante un levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio se muestra un desnivel.

Para determinar las características del suelo de fundación se tomaron de los ensayos y valores del anexo, los cuales mostramos a continuación: Tipo de suelo:

Roca Dura

Módulo de elasticidad: 4.8

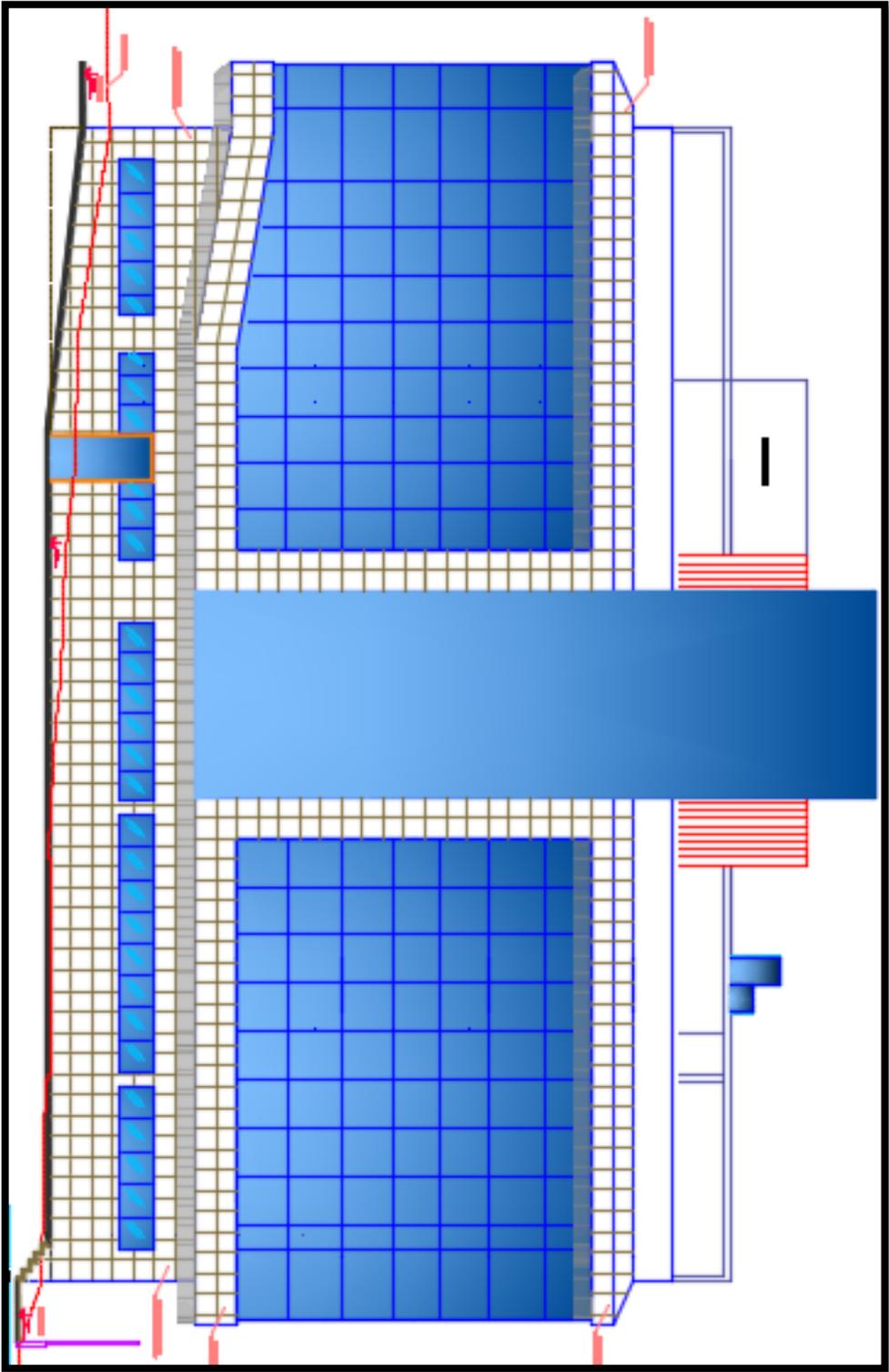
$$G_{pa} = 4.8 \times 10^9 \text{ (} 0.1 \text{ kg/ cm}^2 \text{)} = 48 \times 10^1 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Densidad del suelo: } 2800 \text{ kg/cm}^3 = 0.2854 \text{ T. s}^2 / \text{m}^4 = 2.9 \text{ KN. T. s}^2 / \text{m}^4$$

Coefficiente de Poisson : 0.28

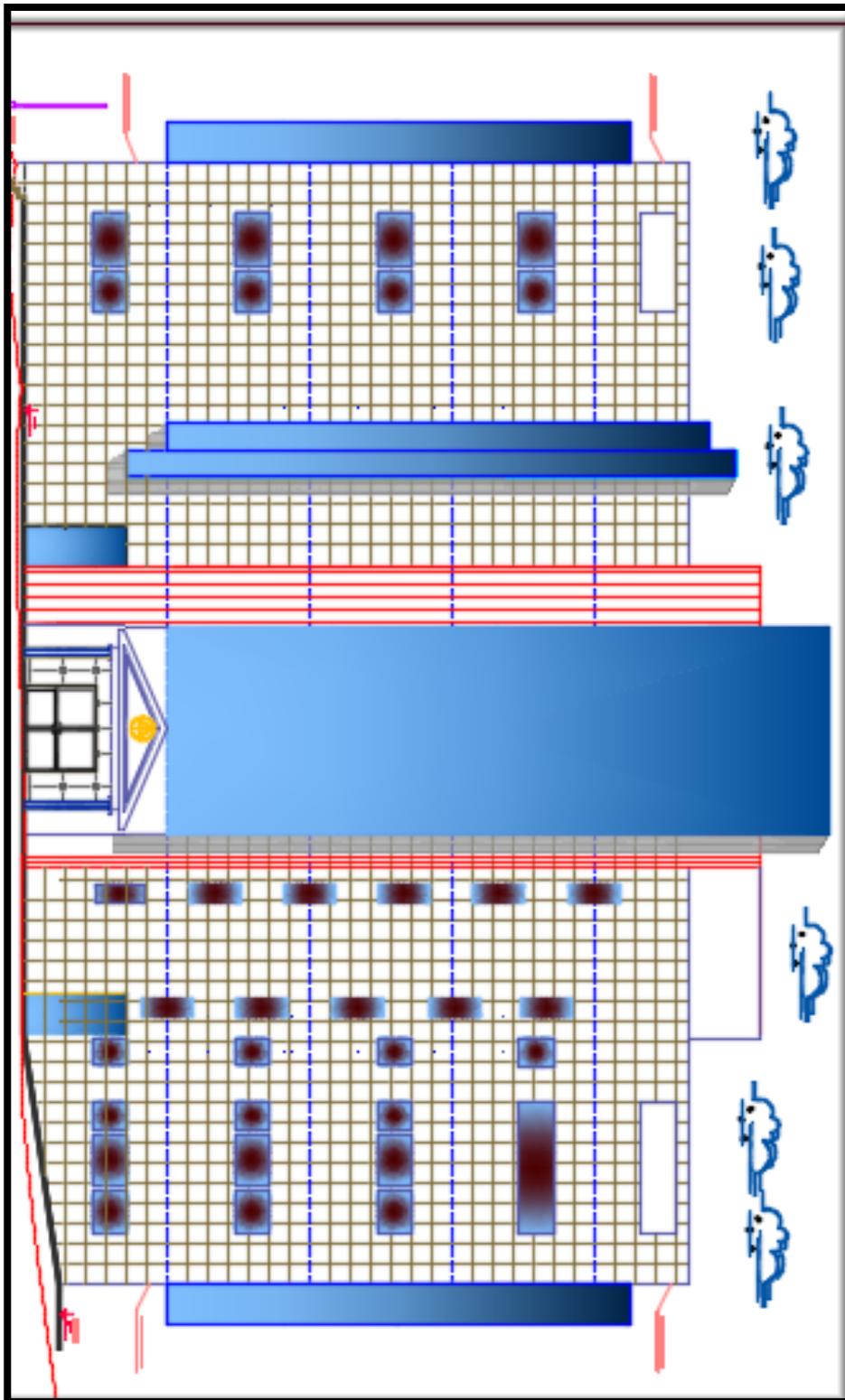
Angulo de fricción: 37°

Figura No.22 ELEVACION POSTERIOR



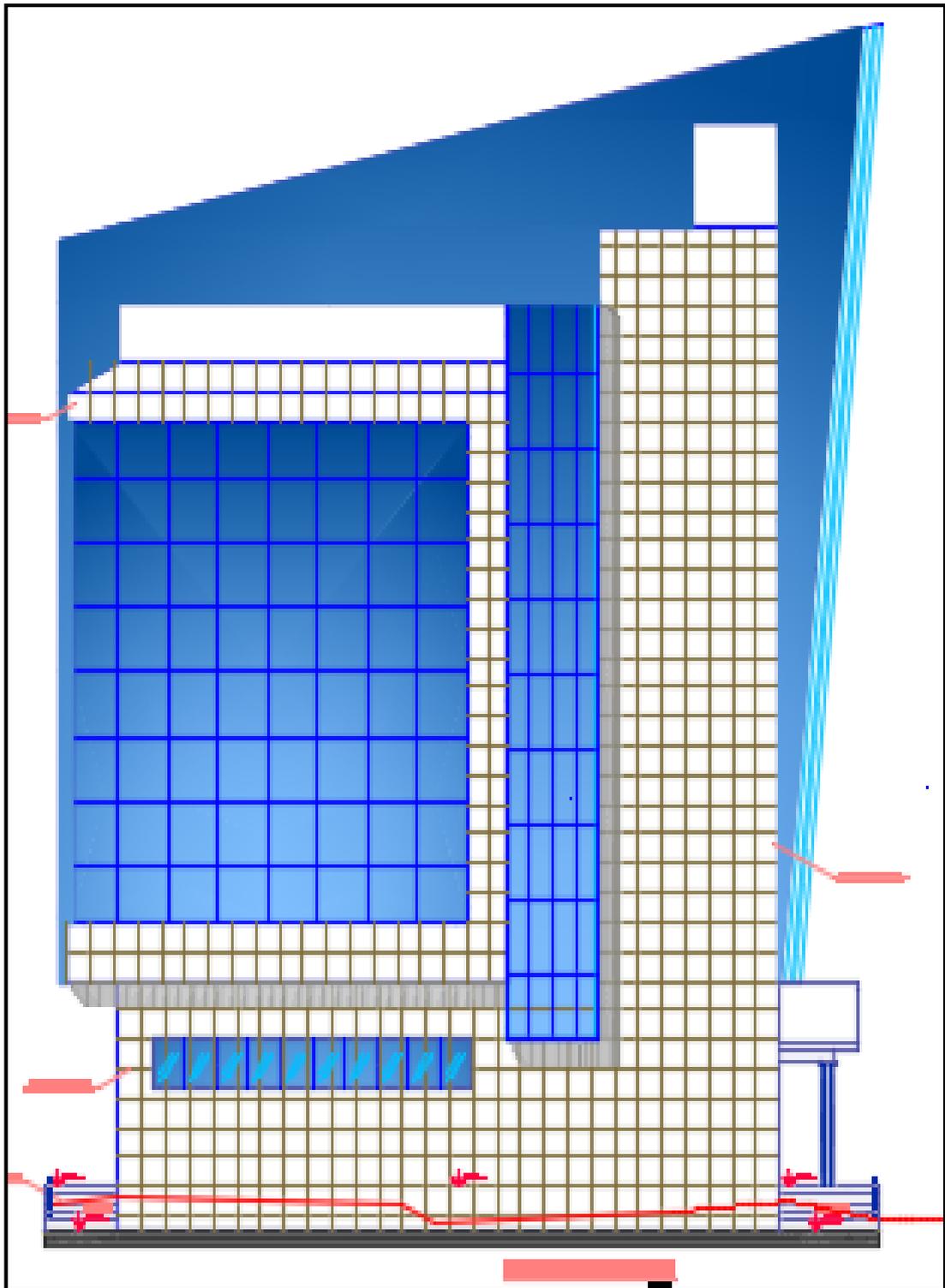
Fuente: Propio

Figura No.23 ELEVACION PRINCIPAL



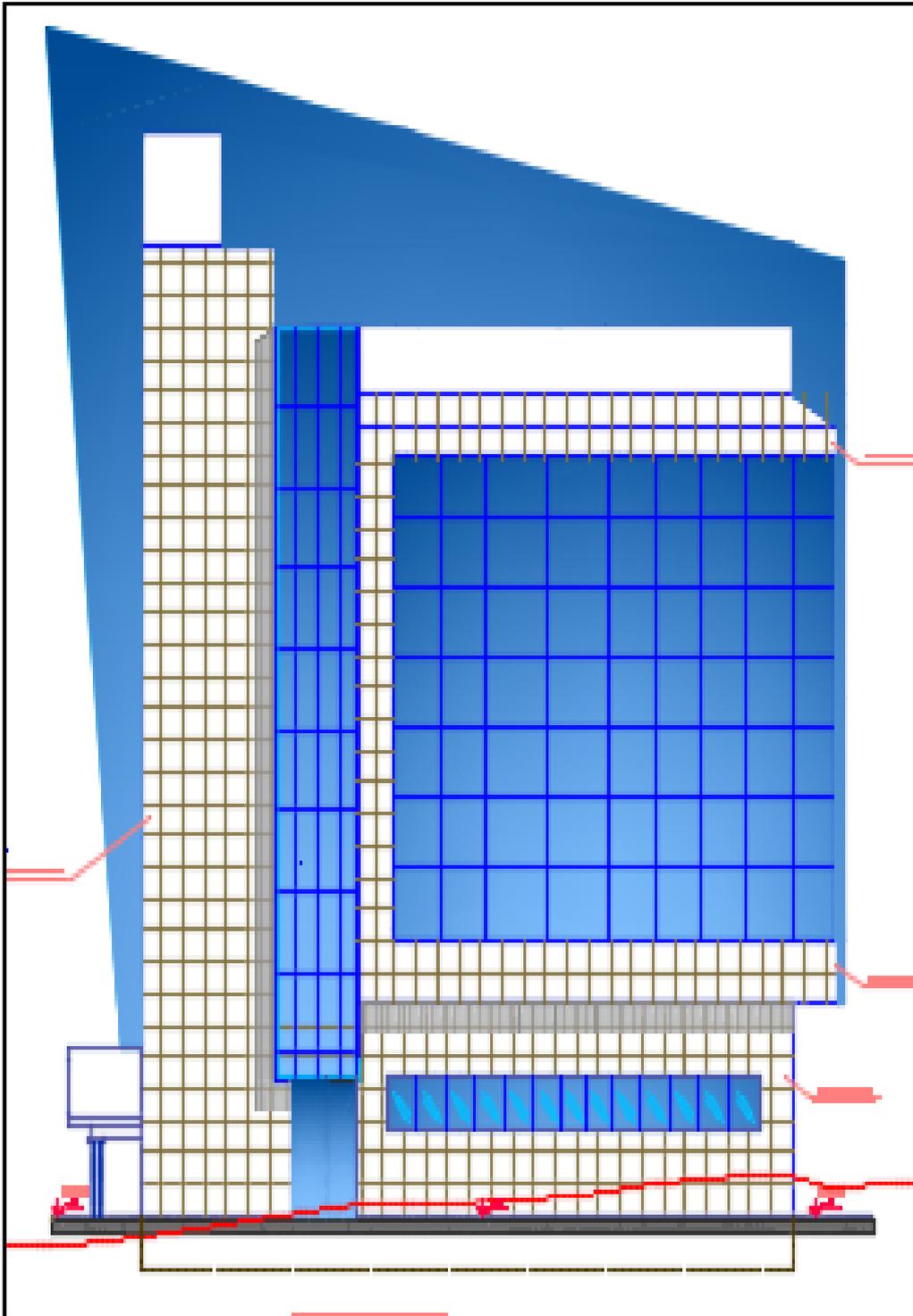
Fuente: Propio

Figura No.24 ELEVACION DERECHA



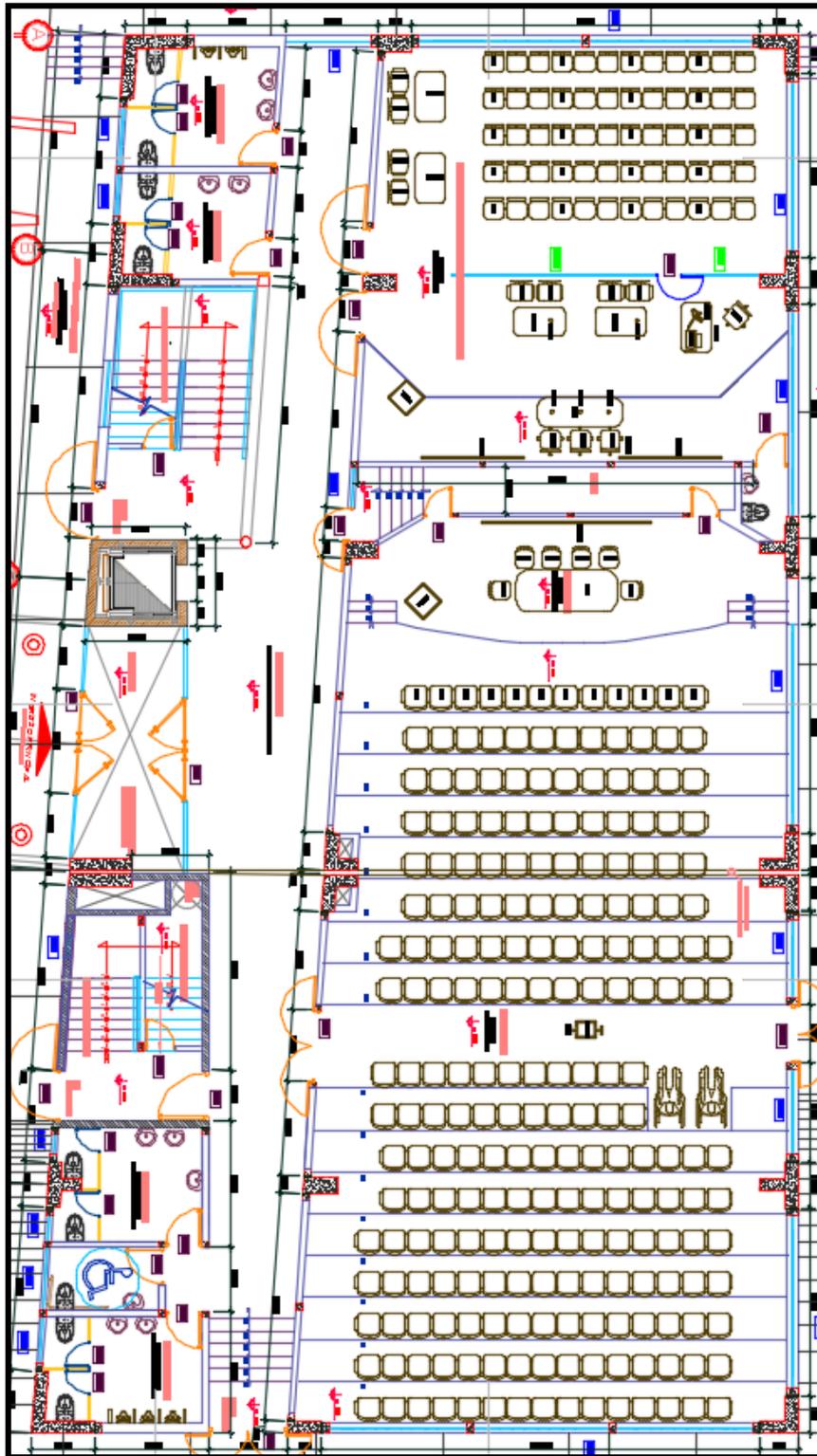
Fuente: Propio

Figura No.25 ELEVACION IZQUIERDA



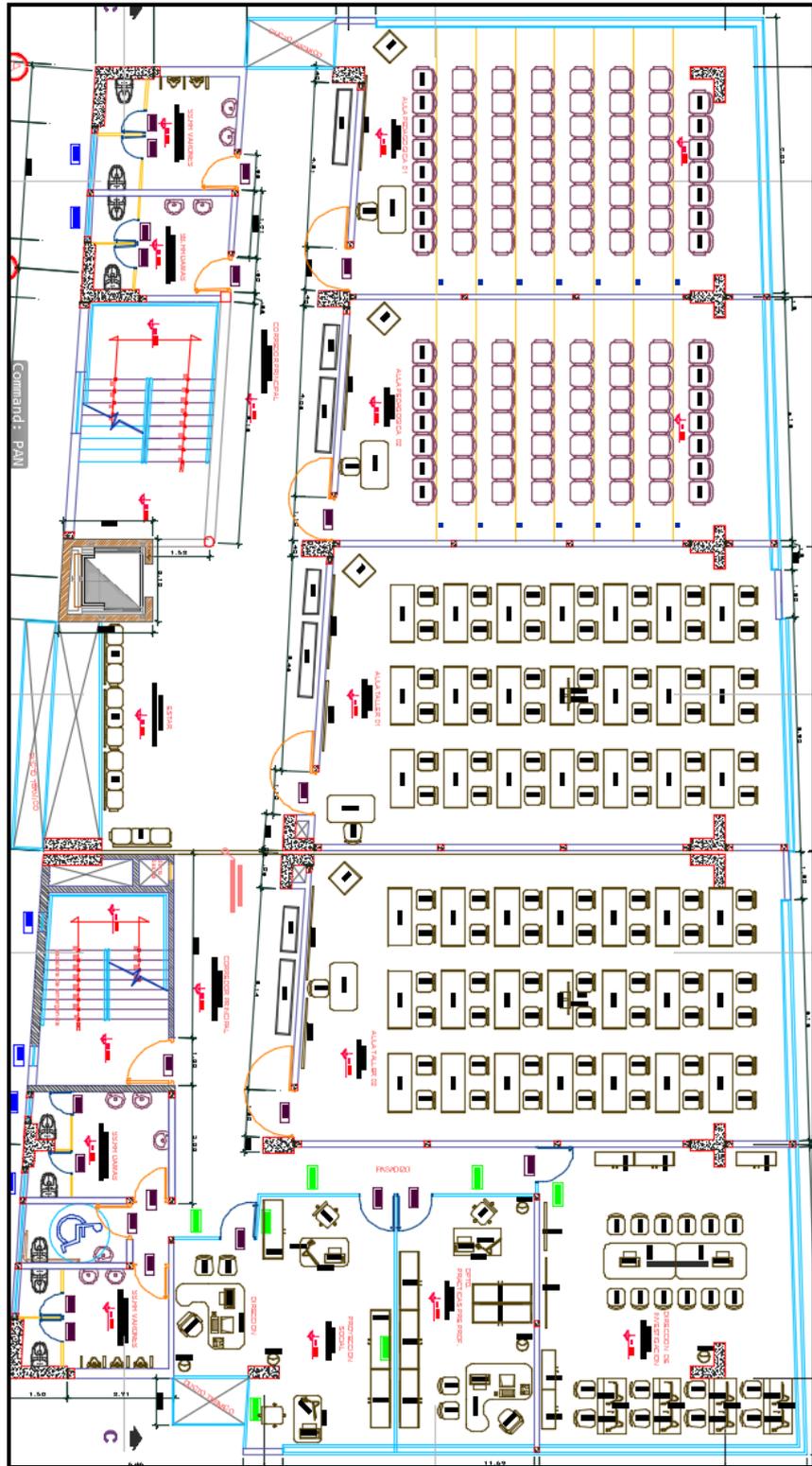
Fuente: Propio

Figura No.26 PRIMER PISO



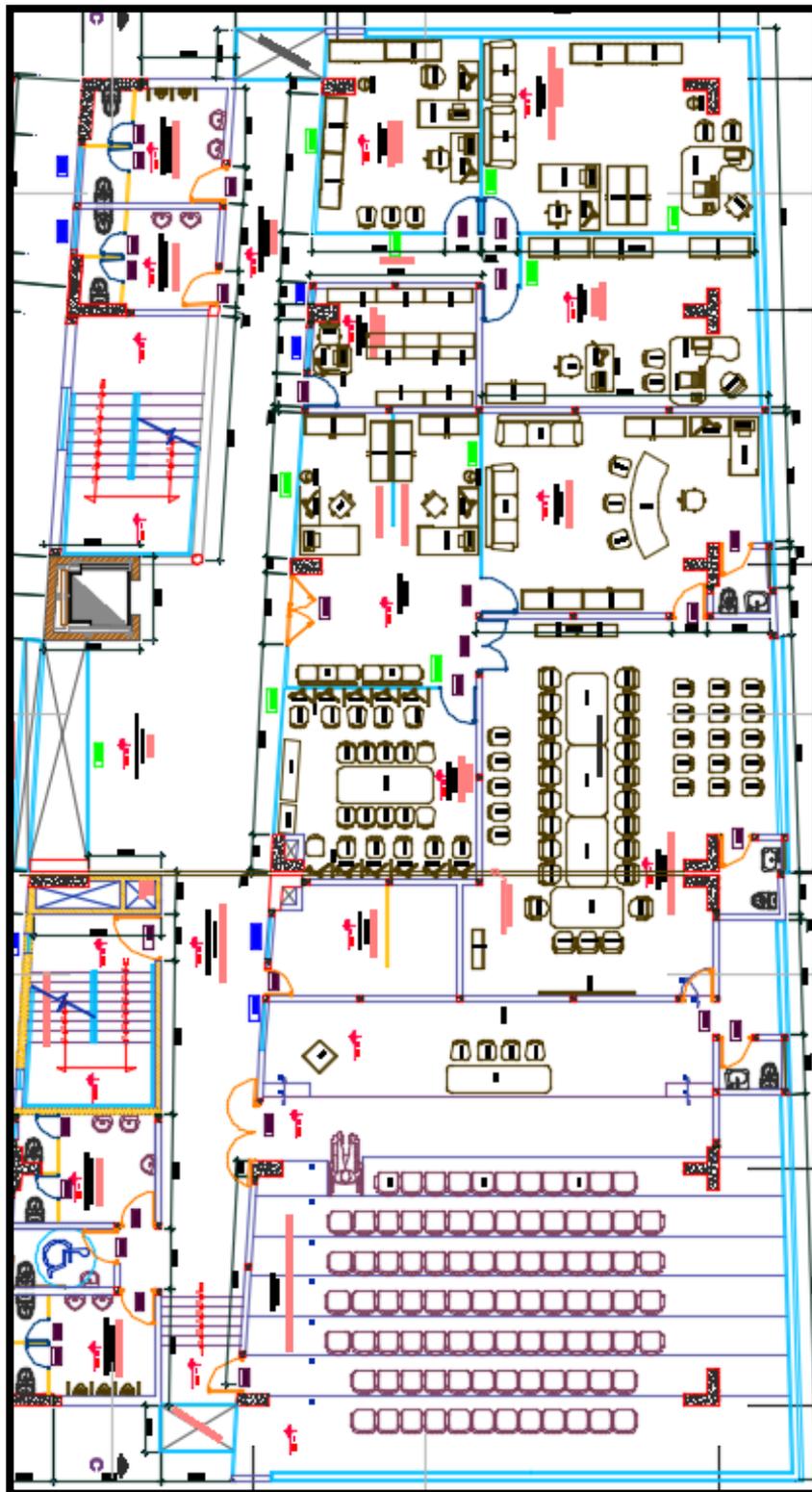
Fuente: Propio

Figura No.27 SEGUNDO PISO



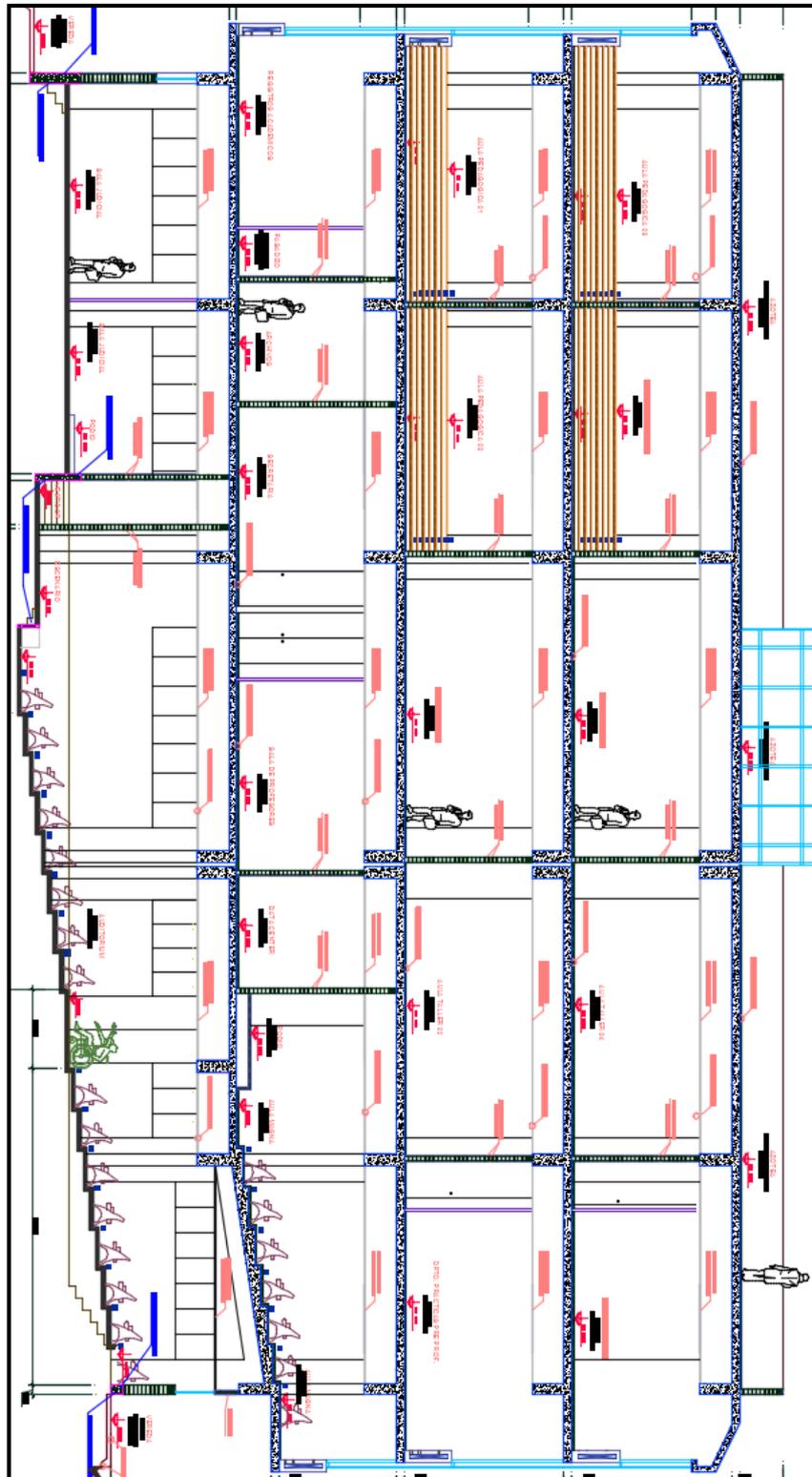
Fuente: Propio

Figura No.28 TERCER PISO



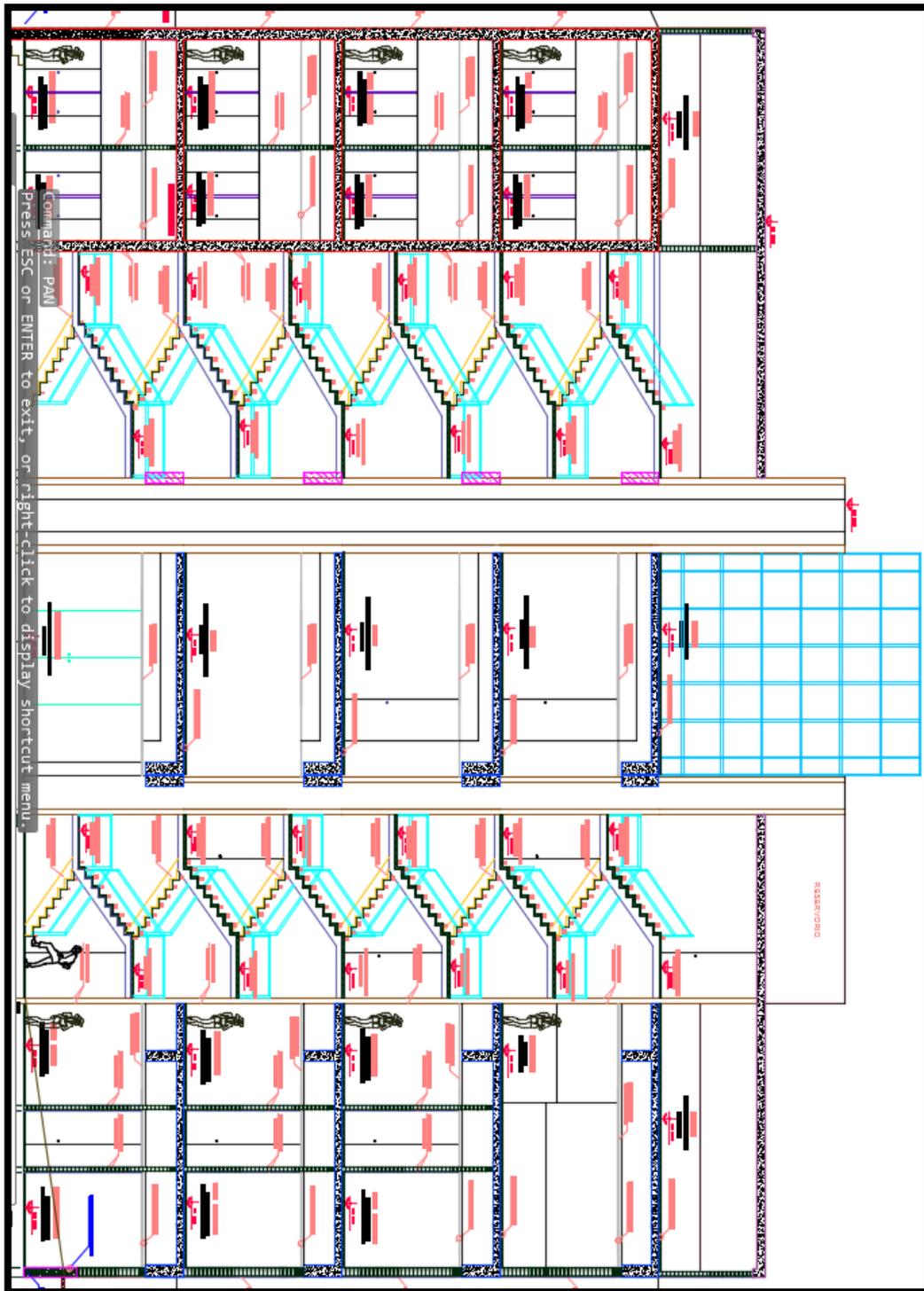
Fuente: Propio

Figura No.30 CORTE TRANSVERSAL



Fuente: Propio

Figura No.31 CORTE LONGITUDINAL



Fuente: Propio

Descripción de la arquitectura

El pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias políticas de la UNDAC del distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco. El terreno de la edificación tiene un área de 1,360.14 m². Dicho pabellón se encuentra compuesta de 2 niveles, los cuales son utilizados como ambientes académicos de la Facultad de Derecho y Ciencias políticas Undac.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Procedimiento de validación: Una vez concluido con la elaboración de los instrumentos de recolección de datos, para su posterior validación, se sometió a una prueba muestra, el cual el mismo procedimiento se aplicó para las diferentes muestras.

Validez: Se refiere a la utilización de instrumentos de medición, el cual da el valor que nos indica, que un instrumento está midiendo lo que pretende medir. Por el cual para la presente es el ensayo a la compresión, donde el cual se obtiene la resistencia a la compresión dando validez a la hipótesis planteada. Por ello la observación de los valores de los coeficientes de confiabilidad, a través del análisis estadístico de confiabilidad del instrumento de recolección de datos, empleado para el trabajo de campo nos permite arribar a la conclusión que el instrumento es confiable, tal como se muestra el cálculo efectuado con los coeficientes.

3.9. Orientación ética

El presente trabajo de realizo con la debida orientación de nuestro asesor como también con las fuentes de información verídicas que existen para la investigación, como profesional y orientándome éticamente en la investigación denominado “EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA

EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE DERECHO Y
CIENCIAS POLITICAS -UNDAC - PASCO 2019”.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Mediante la culminación de la investigación cumpliendo con el objetivo general que se plantea a inicios de la investigación, es decir, realizamos el análisis de interacción sísmica suelo – estructura del pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias políticas - UNDAC

- La comparación de los resultados obtenidos por los diferentes modelos dinámicos nos permite indicar que el mayor efecto de flexibilidad de la base de fundación se da en el modelo de la Norma Rusa y el menor efecto se da en el modelo de Barkan, para el caso de zapatas combinadas.
- Si el reforzamiento estructural se realiza sin considerar la interacción suelo - estructura, entonces el nivel de reforzamiento de la edificación se incrementará, aumentando los gastos de la misma.

- Utilizando modelos dinámicos de interacción suelo - estructura se puede observar que la flexibilidad de la base de fundación influye directamente en la determinación de los parámetros de cálculo. Una comparación entre un modelo empotrado y considerando la flexibilidad de la base de fundación permite que: Le periodo de la primera forma de vibración libre, aumente hasta un 83.85% observado en el modelo dinámico de Barkan. Para el caso de la frecuencia de la primera forma de vibración libre, disminuya en un 45.61% observado en el modelo dinámico de Barkan.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Se presentan los resultados del análisis espectral, calculados de los 12 primeros periodos formas de vibración y sus frecuencias angulares, así como los desplazamientos laterales máximos de los centros de masa en los ejes OY y OY. También se calculó los resultados de las fuerzas axiales máximas, fuerzas cortantes máximas, momentos flectores máximos de todo el pabellón, bajo la acción sísmica con un ángulo de 0°.

Cuadro N°10 Periodos Según la Norma E.030

Modo de vibración	Periodo de vibración por la forma (S)				
	Común	Barkan	llichev	Sargian	Rusa
1	0.484742	0.891228	0.883008	0.880786	0.878066
2	0.39893	0.724189	0.720853	0.720065	0.698781
3	0.365307	0.672055	0.652249	0.653187	0.648639
4	0.178282	0.289235	0.288272	0.288318	0.286473
5	0.140838	0.199621	0.198601	0.198651	0.193698
6	0.128471	0.163437	0.163358	0.163361	0.159565
7	0.111716	0.147627	0.147595	0.147594	0.146956
8	0.088348	0.142981	0.142712	0.142725	0.124376
9	0.079486	0.122306	0.122255	0.122254	0.122074
10	0.072365	0.121478	0.121233	0.121246	0.103122
11	0.057842	0.102488	0.102472	0.10247	0.098715
12	0.048777	0.098529	0.098523	0.098521	0.087894

Fuente: Propio.

Cuadro N°11 Periodos Según la Norma E.030

Modo de vibración	Frecuencia angular (rad/seg)				
	Común	Barkan	Ilichev	Sargian	Rusa
1	2.062953	1.122047	1.132493	1.13535	1.138867
2	2.506705	1.380855	1.387245	1.388764	1.431064
3	2.737424	1.487973	1.533157	1.530955	1.54169
4	5.609091	3.457396	3.468946	3.468393	3.49073
5	7.100356	5.009493	5.035221	5.033954	5.162676
6	7.783858	6.118566	6.121525	6.121412	6.267039
7	8.951269	6.773829	6.775297	6.775343	6.804758
8	11.318875	6.993936	7.007119	7.006481	8.040136
9	12.580832	8.176214	8.179625	8.179691	8.191753
10	13.818835	8.231943	8.248579	8.247695	9.697252
11	17.288476	9.75724	9.758763	9.758954	10.130173
12	20.501466	10.149296	10.149914	10.15012	11.377341

Fuente: Propio.

Cuadro N°12 Fuerzas Internas en X-X, Según la Norma E.030

Metodo Dinamico	FUERZAS INTERNAS EN DIRECCIÓN X-X					
	Nmax (T)		Vmax (T)		Mmax (T)	
Común	35.9	(C4)	7.85	(C20)	8.8	(C29)
Barkan	27.57	(C4)	6.28	(C20)	8.4	(C29)
Ilichev	27.54	(C4)	6.21	(C20)	8.66	(C29)
Sargian	27.54	(C4)	6.21	(C20)	8.32	(C29)
Rusa	27.55	(C4)	6.91	(C20)	8.3	(C29)

Fuente: Propio.

Cuadro N°13 Fuerzas Internas en Y-Y, Según la Norma E.030

Metodo Dinamico	FUERZAS INTERNAS EN DIRECCIÓN Y-Y					
	Nmax (T)		Vmax (T)		Mmax (T)	
Común	74	(C8)	6.36	(C38)	12.99	(C38)
Barkan	127.03	(C8)	11.69	(C38)	23.42	(C38)
Ilichev	127.15	(C8)	9.03	(C38)	23.65	(C38)
Sargian	127.13	(C8)	9.18	(C38)	23.62	(C38)
Rusa	127.16	(C8)	9.04	(C38)	23.64	(C38)

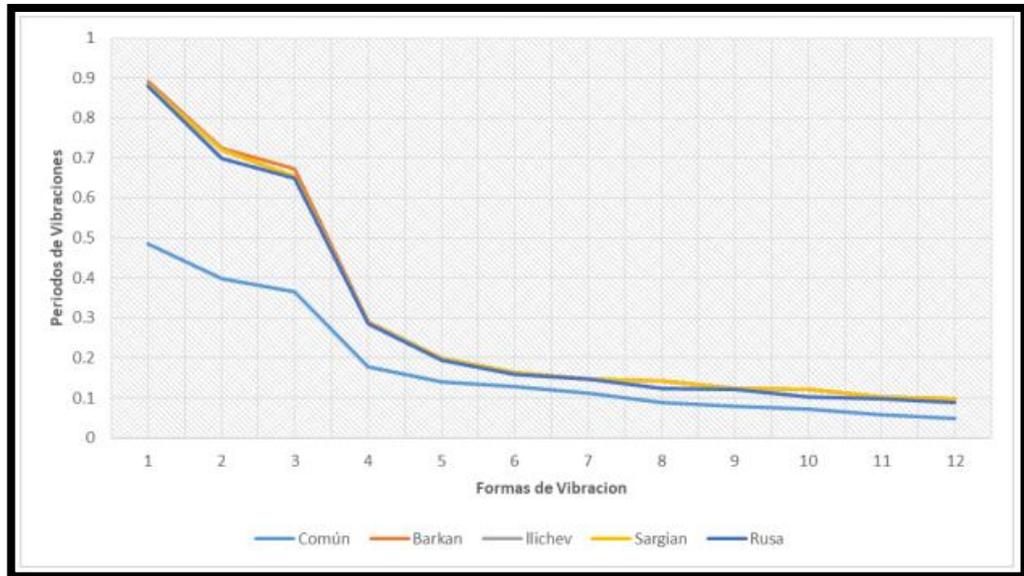
Fuente: Propio.

4.3. Prueba de hipótesis

Existe vulnerabilidad físico estructural y funcional del Pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC aplicando modelos de interacción sísmica suelo estructura.

4.4. Discusión de resultados

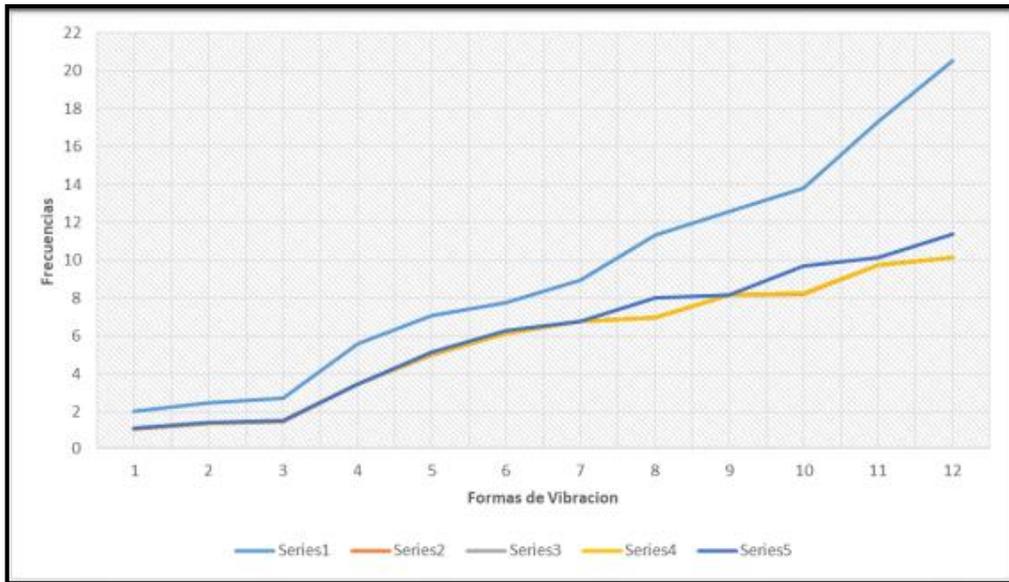
Cuadro N°14 Periodos de las Primeras 12 Formas de Vibración Libre



Fuente: Propio

En la presente ilustración de gráfico los periodos de vibración libre sin la flexibilidad de la base fundación y consideraciones de flexibilidad de base de fundación basados de los modelos dinámicos de Barkan, Ilichev, Sargian y Norma Rusa. Común 74 (C8) 6.36 (C38) 12.99 (C38) Barkan 127.03 (C8) 11.69 (C38) 23.42 (C38) Ilichev 127.15 (C8) 9.03 (C38) 23.65 (C38) Sargian 127.13 (C8) 9.18 (C38) 23.62 (C38) Rusa 127.16 (C8) 9.04 (C38) 23.64 (C38) Metodo Dinamico Nmax (T) Vmax (T) Mmax (T) FUERZAS INTERNAS EN DIRECCIÓN Y-Y 70 La flexibilidad de la base de fundación, disminuye las frecuencias de las formas de vibración libre, tal como se muestra en la ilustración.

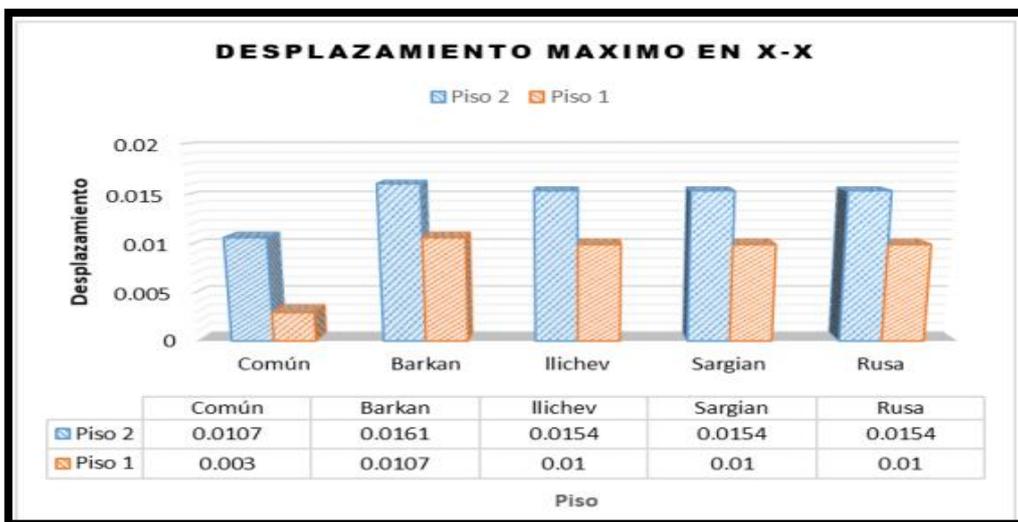
Cuadro N°15 Periodos de las Primeras 12 Formas de Vibración Libre



Fuente: Propio

En la Ilustración se muestra los desplazamientos máximos de los centros de masa por cada nivel de piso, calculados y comparados con el desplazamiento máximo según la a norma peruana E 030.

Cuadro N°16 DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN X-X



Fuente: Propio

Cuadro N°17 DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN Y-Y



Fuente: Propio

Al considerar la flexibilidad de la base de sudación, se incrementa los desplazamientos de los centros de masa en os ejes OX y en los desplazamientos en el eje OY, se muestra una en lo OX y en los desplazamientos en el eje OY, se muestra reducción de desplazamientos, producto de la sobre rigidez de la fundación, mostrando una gran diferencia entre los esperado por la Norma Peruana E.030.

CONCLUSIONES

1. El pabellón de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas – Undac en la sede central tendrán un adecuado nivel de desempeño ante solicitaciones sísmicas.
2. Se valida la hipótesis, concluyendo que el Facultad de Derecho y Ciencias Políticas – UNDAC de la ciudad Universitaria son poco vulnerables ante amenazas sísmicas.
3. La Infraestructura tendrá una adecuada incursión en el rango inelástico.
4. La formación de rótulas plásticas se da primero en las vigas y posteriormente en las columnas es decir tenemos un sistema de fallas de VIGA DEBIL-COLUMNA FUERTE, lo que nos indica que estas edificaciones son DUCTILES.
5. El nivel de desempeño es de DAÑO CONTROLADO lo que indica que la edificación no sufriría mayor daño ante amenazas sísmicas.
6. La edificación en estudio sufrirá un estado de daño definido como “DAÑO LEVE” o DAÑO LIGERO", lo que indica un buen comportamiento ante amenazas sísmicas.
7. El método del espectro-capacidad es un método muy práctico para evaluar en comportamiento de cualquier tipo de edificación, permitiendo un análisis rápido y confiable de cualquier tipo de edificación.
8. Se pueden emplear los programas de cómputo como el ETABS V16 y el SAP 2000 para realizar de manera confiable un análisis no lineal.
9. EL análisis no lineal va mejorando conforme avanza el tiempo y a la actualidad ya se cuenta con una metodología (ATC-40) que permite realizar este análisis de manera confiable y rápida.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un análisis estático no lineal para edificaciones denominadas importantes o esenciales, ya que es un método rápido y práctico.
2. Es criterio del proyectista decidir a qué edificación realizar un análisis no lineal y a que edificación si, ya que esto dependerá del nivel de certeza y de la experiencia del mismo para estar seguro que esta edificación se comportará de manera adecuada; sin embargo, ante la duda se puede emplear en AENL para evaluar el comportamiento de la edificación.
3. El nivel de capacidad de los programas de cómputo actual, con el ETABS V 16, SAP 200, entre otros permite realizar el análisis no lineal de manera rápida, por lo que se recomienda su uso para cualquier tipo de edificación.
4. Para decidir si una edificación se desempeñará correctamente ante sollicitaciones sísmicas es fundamental llegar a calcular el nivel de desempeño, el mismo que se encuentra a partir de la curva de capacidad, y no dejar en análisis simplemente calculando en punto de desempeño.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alva Hurtado, J.E.; Meneses, J. y Guzmán, V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
2. Casaverde, L. y Vargas, J. (1980), "Zonificación Sísmica del Perú", II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-Resistente, Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
3. Castillo, J.; (1993), "Peligro Sísmico en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería Lima.
4. Tesis: Análisis De La Vulnerabilidad Sísmica De Las Viviendas Informales En La Ciudad De Trujillo, autor Johan Edgar Laucata Luna

ANEXO

PANEL FOTOGRAFICO



AUTORIDADES DE LA UNDAC – EN LA PRIMERA PIEDRA



AUTORIDADES DE LA UNDAC – EN LA PRIMERA PIEDRA



INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCAVACIÓN DE ZAPATAS Y CIMENTACIÓN



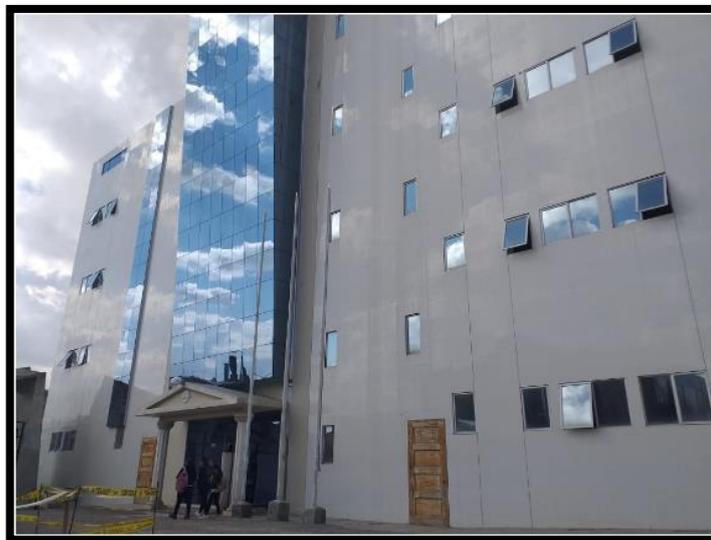
ARMADO DE ACERO DE LA COLUMNAS Y ENCOFRADO



ENCOFRADO METÁLICO EN LAS COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO



BASEADO DE LAS COLUMNAS Y LOSA DE CONCRETO ARMADO – CON MIXER



FACHADA PRINCIPAL EN LA ACTUALIDAD

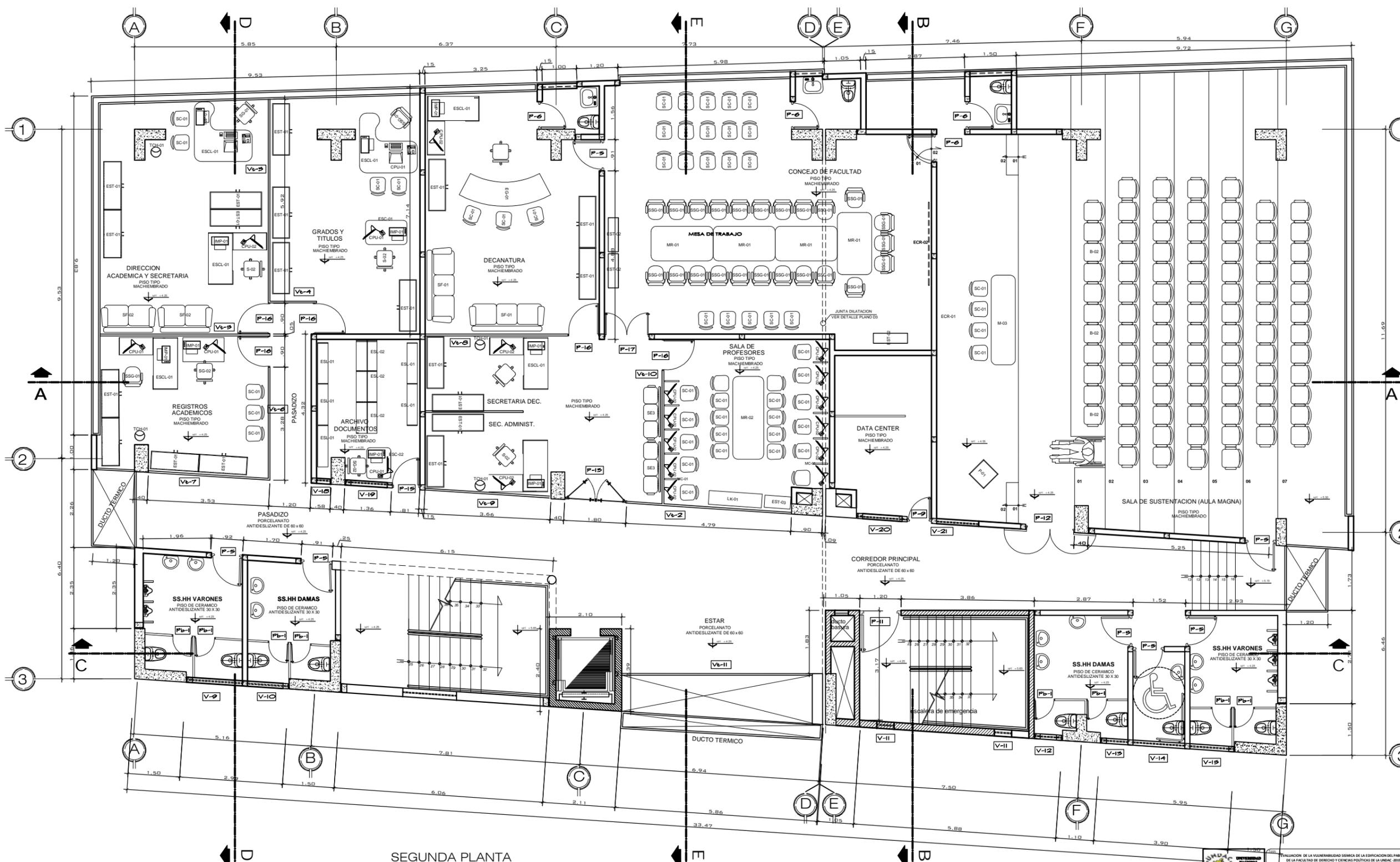


VISTA LATERAL EN LA ACTUALIDAD

PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	2.50	2.10	Vidrio Templado Brn	02
P-2	1.20	2.45	Madera	02
P-3	1.10	3.10	Madera	07
P-4	1.00	3.10	Madera	01
P-5	0.90	3.10	Madera	18
P-6	0.80	3.10	Madera	04
P-7	1.70	3.10	Madera	01
P-8	1.80	2.05	Madera	01
P-9	0.70	3.10	Madera	03
P-10	1.40	3.10	Madera	01
P-11	1.20	3.10	Madera	04
P-12	1.40	3.10	Madera	01
P-13	1.75	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-14	0.60	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-15	0.80	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-16	0.90	3.10	Vidrio Templado Brn	09
P-17	1.30	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-18	1.10	3.10	Vidrio Templado Brn	02
P-19	1.80	2.40	Vidrio Templado Brn	03
P-20	1.20	2.40	Madera	01
P-21	0.75	1.85	Madera	02
P-22	0.60	3.10	Metalico	28

TABQUERIA DE VIDRIO				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
VH-1	1.85	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-2	4.85	3.10	Vidrio Templado Brn	02
VH-3	5.90	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-4	1.40	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-5	4.90	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-6	3.20	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-7	5.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-8	4.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-9	3.65	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-10	3.85	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-11	5.65	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-12	6.40	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-13	0.30	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-14	2.25	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-15	2.55	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-16	1.10	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-17	1.15	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-18	1.70	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-19	8.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01

VENTANAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	4.40	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-2	5.27	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-3	5.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-4	2.25	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-5	2.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-6	4.50	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-7	8.34	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-8	2.20	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-9	1.60	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-10	1.21	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-11	0.50	1.00	1.30	VIDRIO	11
V-12	0.82	1.00	2.00	VIDRIO	04
V-13	0.80	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-14	1.50	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-15	1.30	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-16	1.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-17	10.39	1.00	1.60	VIDRIO	01
V-18	0.42	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-19	1.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-20	1.31	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-21	2.14	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-22	3.90	1.00	2.10	VIDRIO	01



SEGUNDA PLANTA
ESC: 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE PROFESORES
PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

EVALUACION DE LA VIGILANCIA SEMANAL DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNINCI - 2007

DISTRIBUCION

ESCALA: ARCHITECTONICA
FECHA: 15/08/2007
PROYECTO: PROYECTO

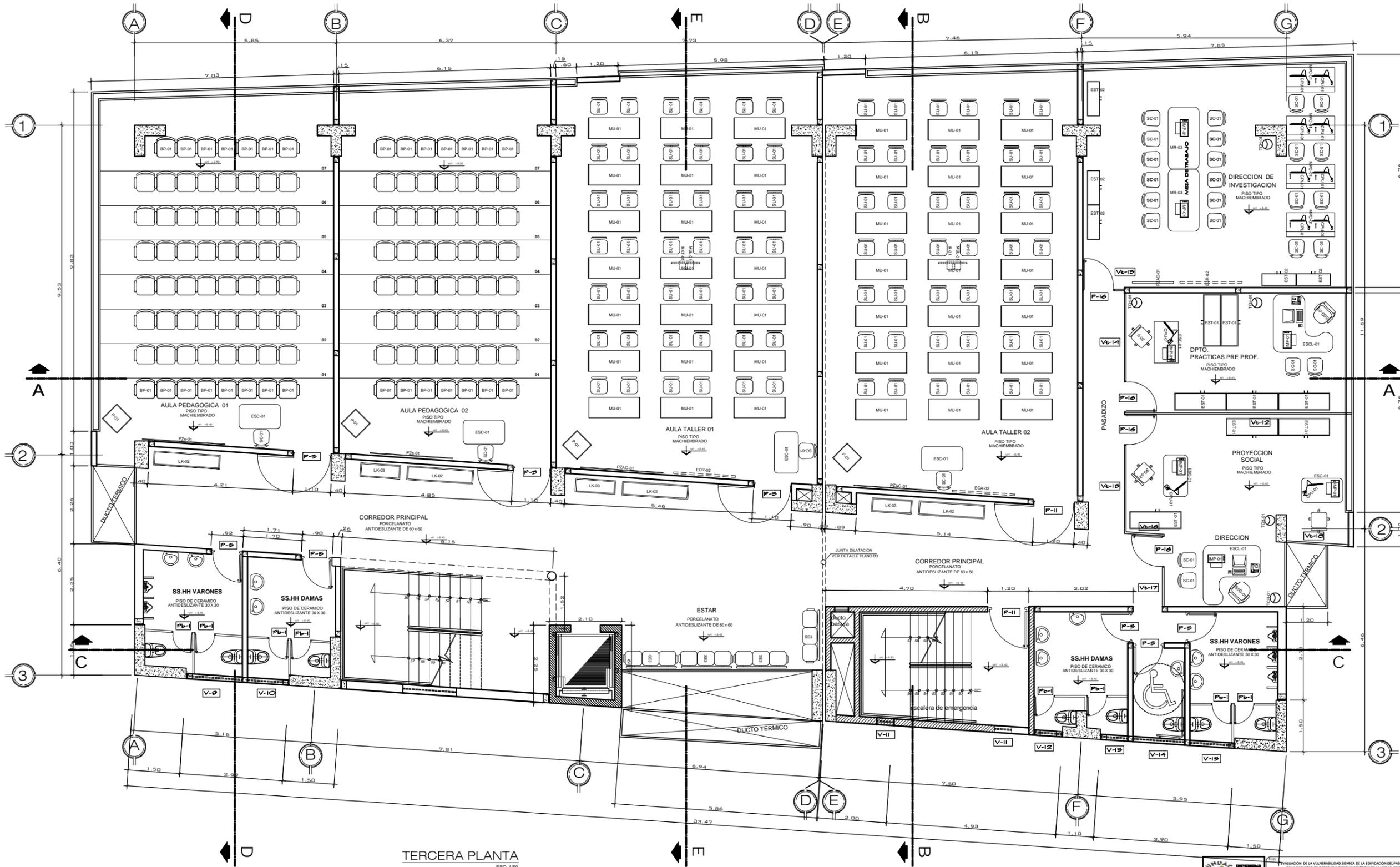
Laminas

A-1

PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	2.50	2.10	Vidrio Templado Brn	02
P-2	1.20	2.45	Madera	02
P-3	1.10	3.10	Madera	07
P-4	1.00	3.10	Madera	01
P-5	0.90	3.10	Madera	18
P-6	0.80	3.10	Madera	04
P-7	1.70	3.10	Madera	01
P-8	1.80	2.00	Madera	01
P-9	0.70	3.10	Madera	03
P-10	1.40	3.10	Madera	01
P-11	1.20	3.10	Madera	04
P-12	1.40	3.10	Madera	01
P-13	1.70	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-14	0.60	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-15	0.80	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-16	0.90	3.10	Vidrio Templado Brn	09
P-17	1.30	3.10	Vidrio Templado Brn	01
P-18	1.10	3.10	Vidrio Templado Brn	02
P-19	1.80	2.40	Vidrio Templado Brn	03
P-20	1.20	2.40	Madera	01
P-21	0.75	1.85	Madera	02
P-22	0.60	3.10	Metalico	28

TABIQUERIA DE VIDRIO				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
VH-1	1.85	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-2	4.85	3.10	Vidrio Templado Brn	02
VH-3	5.90	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-4	1.40	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-5	4.90	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-6	3.20	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-7	5.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-8	4.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-9	3.65	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-10	3.85	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-11	5.65	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-12	6.40	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-13	0.30	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-14	2.25	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-15	2.55	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-16	1.10	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-17	1.15	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-18	1.70	3.10	Vidrio Templado Brn	01
VH-19	8.00	3.10	Vidrio Templado Brn	01

VENTANAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	4.40	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-2	5.27	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-3	5.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-4	2.25	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-5	2.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-6	4.50	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-7	8.24	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-8	2.20	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-9	1.63	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-10	1.21	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-11	0.50	1.00	1.30	VIDRIO	11
V-12	0.82	1.00	2.00	VIDRIO	04
V-13	0.80	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-14	1.50	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-15	1.30	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-16	1.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-17	10.39	1.00	1.60	VIDRIO	01
V-18	0.42	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-19	1.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-20	1.31	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-21	2.14	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-22	3.90	1.00	2.10	VIDRIO	01



TERCERA PLANTA
ESC-1/50



UNIVERSIDAD NACIONAL
ANDRÉS BELLO

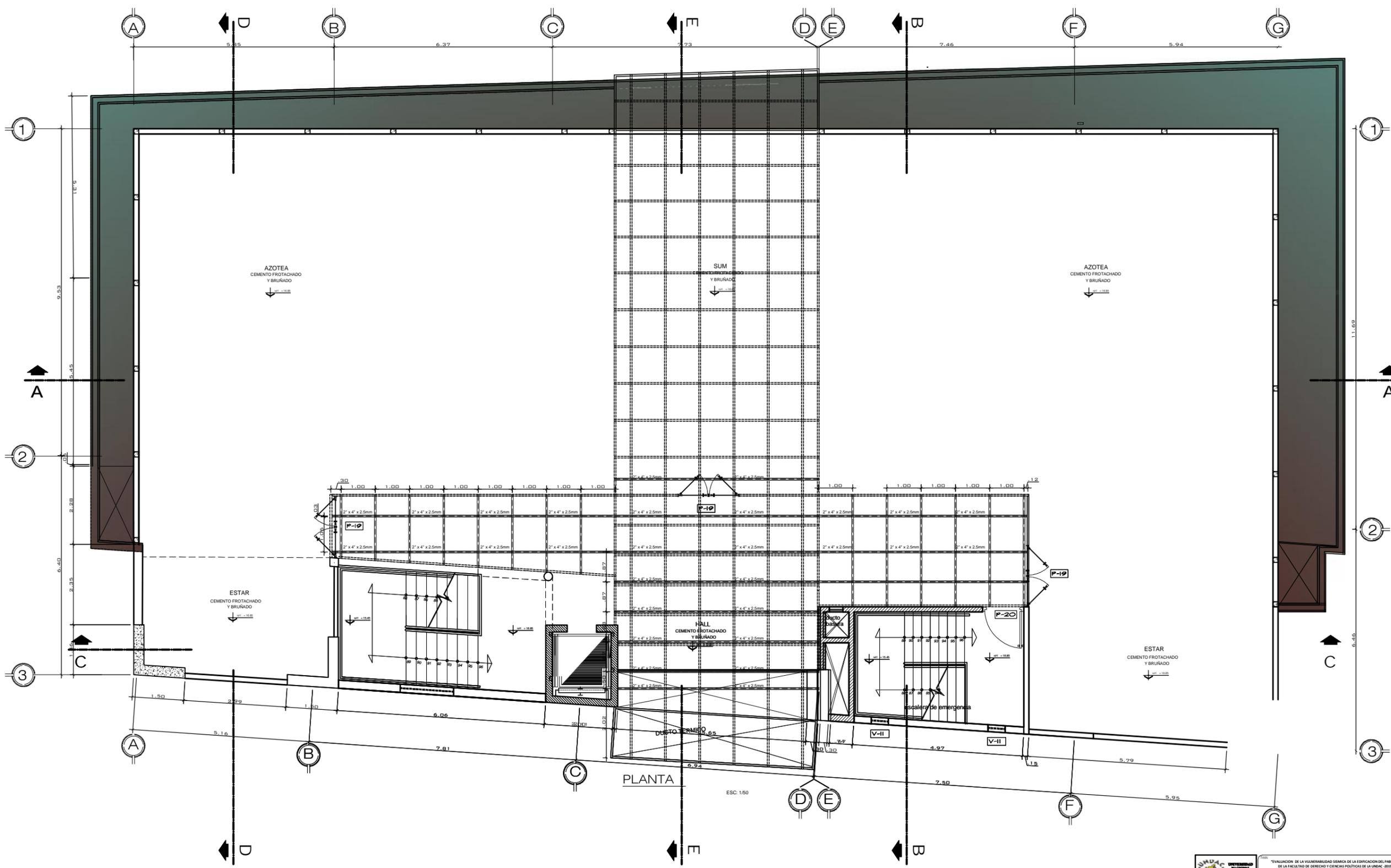
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNAB- 2007

DISTRIBUCION	
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Lic. SOR PERE CUI TELLOGARCIA PISO: PROYECTO DISEÑADO: PROYECTO NOVIEMBRE 2007

PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
P-1	2.50	2.10	Vidrio Templado Brm	02
P-2	1.20	2.45	Madera	02
P-3	1.10	3.10	Madera	07
P-4	1.00	3.10	Madera	01
P-5	0.90	3.10	Madera	18
P-6	0.80	3.10	Madera	06
P-7	1.70	3.10	Madera	01
P-8	1.80	2.00	Madera	01
P-9	0.70	3.10	Madera	03
P-10	1.40	3.10	Madera	01
P-11	1.20	3.10	Madera	06
P-12	1.40	3.10	Madera	01
P-13	1.70	3.10	Vidrio Templado Brm	01
P-14	0.60	3.10	Vidrio Templado Brm	01
P-15	0.80	3.10	Vidrio Templado Brm	01
P-16	0.90	3.10	Vidrio Templado Brm	09
P-17	1.30	3.10	Vidrio Templado Brm	01
P-18	1.10	3.10	Vidrio Templado Brm	02
P-19	1.80	2.40	Vidrio Templado Brm	03
P-20	1.20	2.40	Madera	01
P-21	0.75	1.85	Madera	02
Pb-1	0.60	3.10	Metalico	28

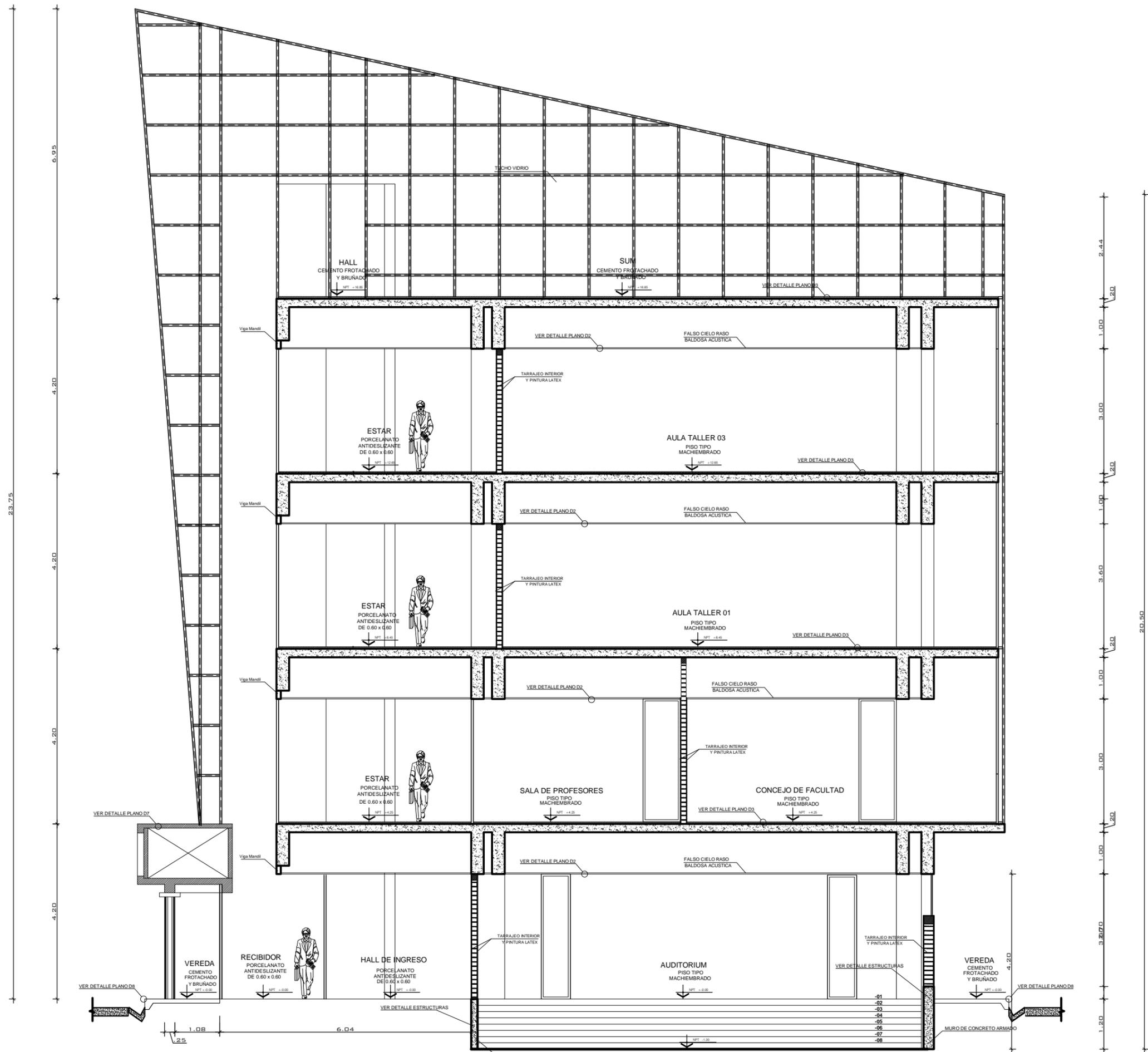
TABIQUERIA DE VIDRIO				
TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	CANTIDAD
VH-1	1.85	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-2	4.85	3.10	Vidrio Templado Brm	02
VH-3	5.90	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-4	1.40	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-5	4.90	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-6	3.20	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-7	5.00	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-8	4.00	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-9	3.65	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-10	3.85	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-11	5.65	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-12	6.40	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-13	0.30	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-14	2.25	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-15	2.55	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-16	1.10	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-17	1.15	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-18	1.70	3.10	Vidrio Templado Brm	01
VH-19	6.00	3.10	Vidrio Templado Brm	01

VENTANAS					
TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	MATERIAL	CANTIDAD
V-1	4.40	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-2	5.27	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-3	5.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-4	2.25	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-5	2.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-6	4.50	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-7	8.34	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-8	2.20	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-9	1.60	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-10	1.21	1.00	2.10	VIDRIO	04
V-11	0.90	1.00	1.30	VIDRIO	11
V-12	0.82	1.00	2.00	VIDRIO	04
V-13	0.80	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-14	1.50	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-15	1.30	1.00	2.00	VIDRIO	03
V-16	1.00	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-17	10.39	1.00	1.60	VIDRIO	01
V-18	0.42	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-19	1.36	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-20	1.31	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-21	2.14	1.00	2.10	VIDRIO	01
V-22	3.90	1.00	2.10	VIDRIO	01



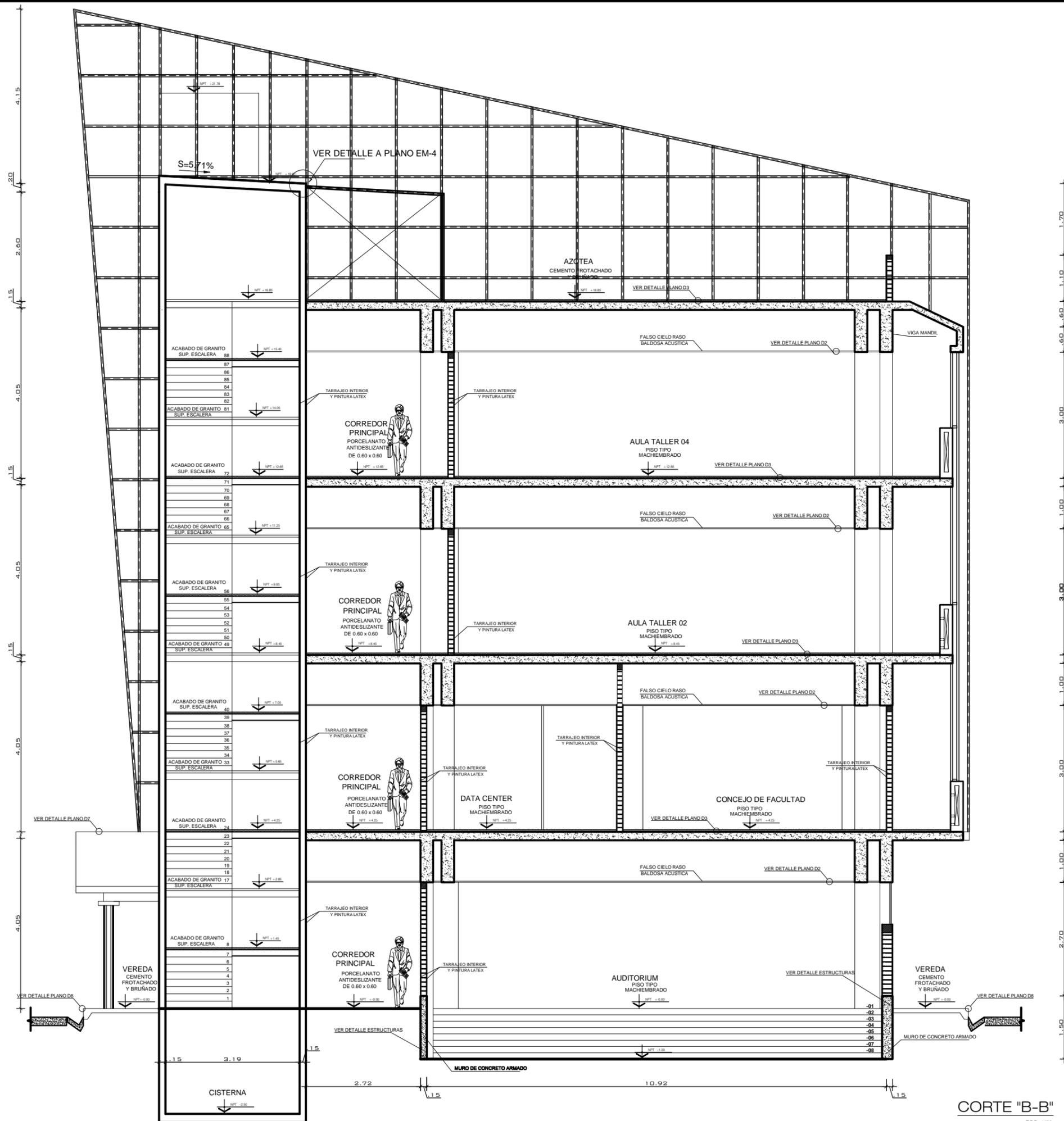
AZOTEA
ESC. 1/50

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>TÍTULO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNICAC 2007"</p>	
	<p>FECHA: 15/08/2008</p>	
<p>ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA</p>		<p>LAB. 508 2008 CNA 508/2008 PUN. 1500</p>
<p>PROFESOR: [Nombre]</p>		<p>FECHA: 15/08/2008</p>
<p>ESTADO: [Estado]</p>		<p>PROYECTO: [Proyecto]</p>
<p>FECHA: 15/08/2008</p>		<p>LAB. 508 2008 CNA 508/2008 PUN. 1500</p>
<p>FECHA: 15/08/2008</p>		<p>LAB. 508 2008 CNA 508/2008 PUN. 1500</p>



CORTE "E-E"
ESC: 1/50

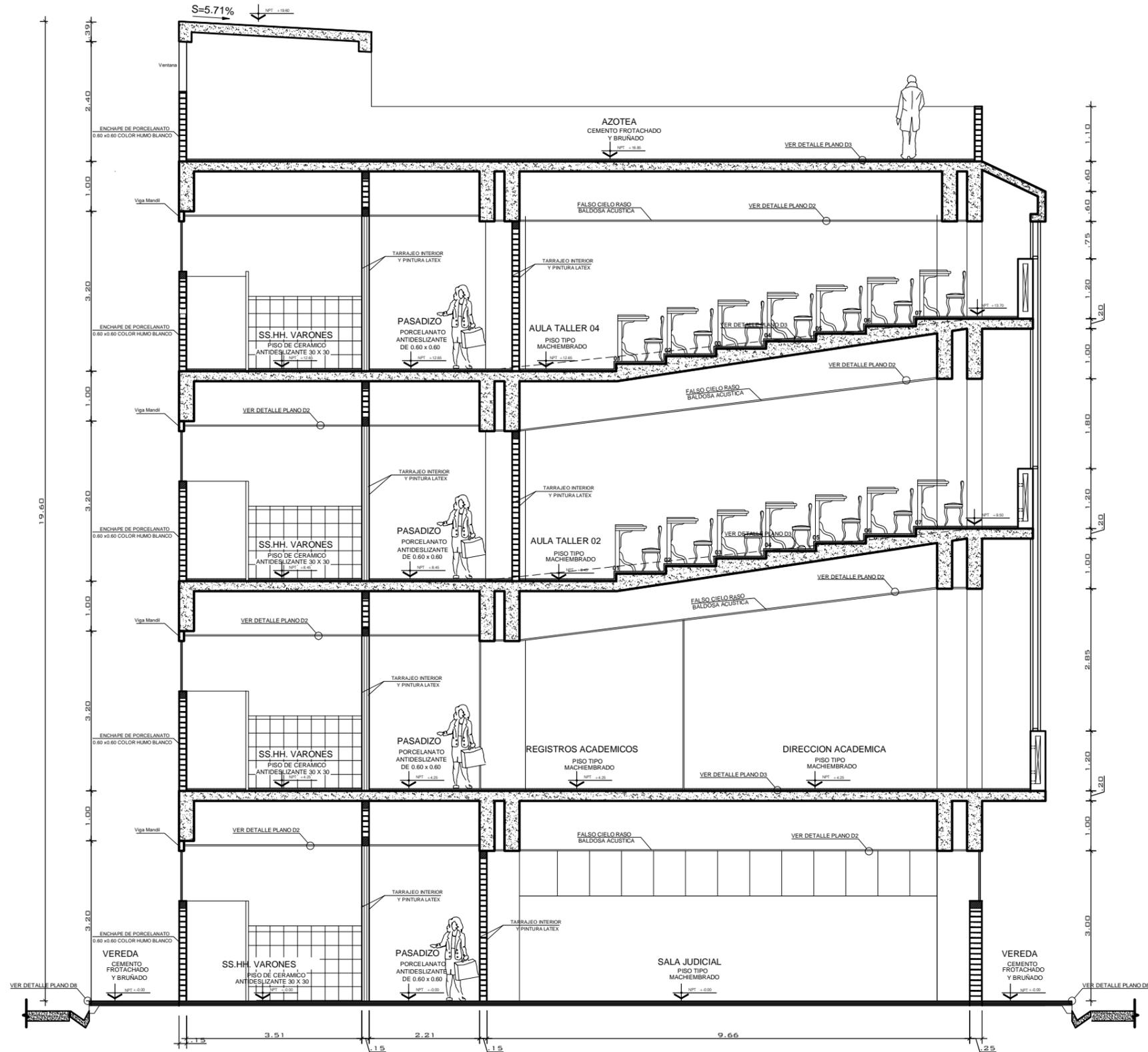
	Tesis: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNDAC 2019" Autor:		
	Facultad de Ingeniería Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil	Especialidad: ARQUITECTURA Fecha: NOVIEMBRE 2019 Escala: 1:50	



CORTE "B-B"
ESC: 1/50

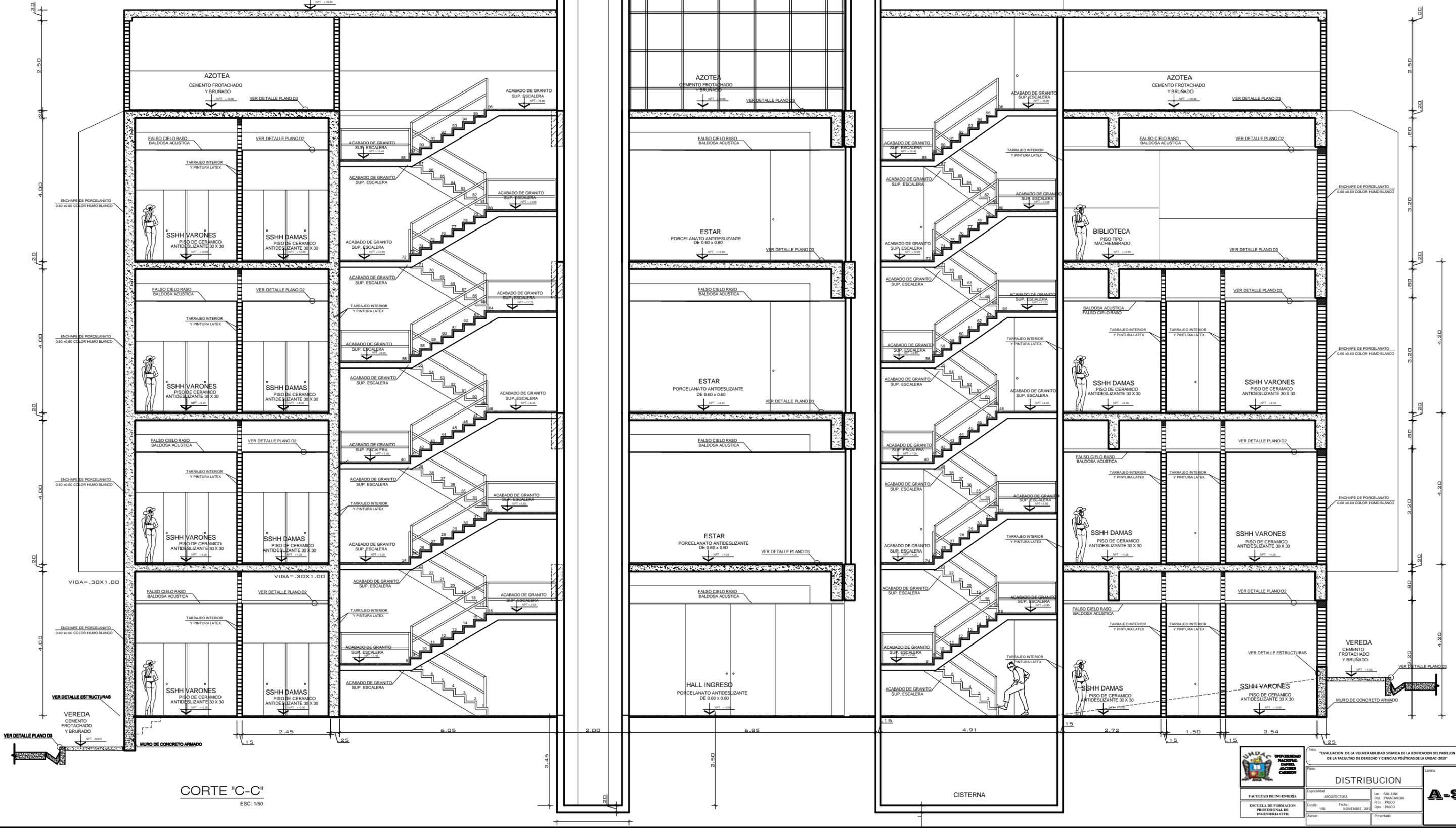


	TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDAC - 2019"		LÁMINA: A-7
	FIGURA: DISTRIBUCION		
FACULTAD DE INGENIERIA	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	LIC. SANTIAGO YAMACANCHA DISEÑADOR: YAMACANCHA	Presentado:
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA: 1/50	FECHA: NOVIEMBRE 2019	
AUTOR:			



CORTE "D-D"
ESC: 1/50

	Tesis: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNDA- 2015"		
	Distribucion		
FACULTAD DE INGENIERIA	Especialidad: ARQUITECTURA	Lic: SARA JARA DIAZ DNI: 74463474 Pw: PASCO Dpto: PASCO	Fecha: NOVIEMBRE 2015 Presentado:
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Escala: 1/50	Autor:	



CORTE "C-C"
 ESC: 1/50

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ ANTONIO COSSÍO</p>	TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDAC-2015"		LUGAR: 	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		LIC.: S.M. BARR DIR.: YIMACACHA
	ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	ESCALA: 1/50		FECHA: NOVIEMBRE - 2015
	AUTOR: PRESENTADO:	PRESENTADO:		PRESENTADO:

RESERVORIO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

TERRENO NATURAL

VEREDA

VEREDA

COTA VEREDA A LOS PROYECTOS
C.T. = 420.29 m.s.n.m.

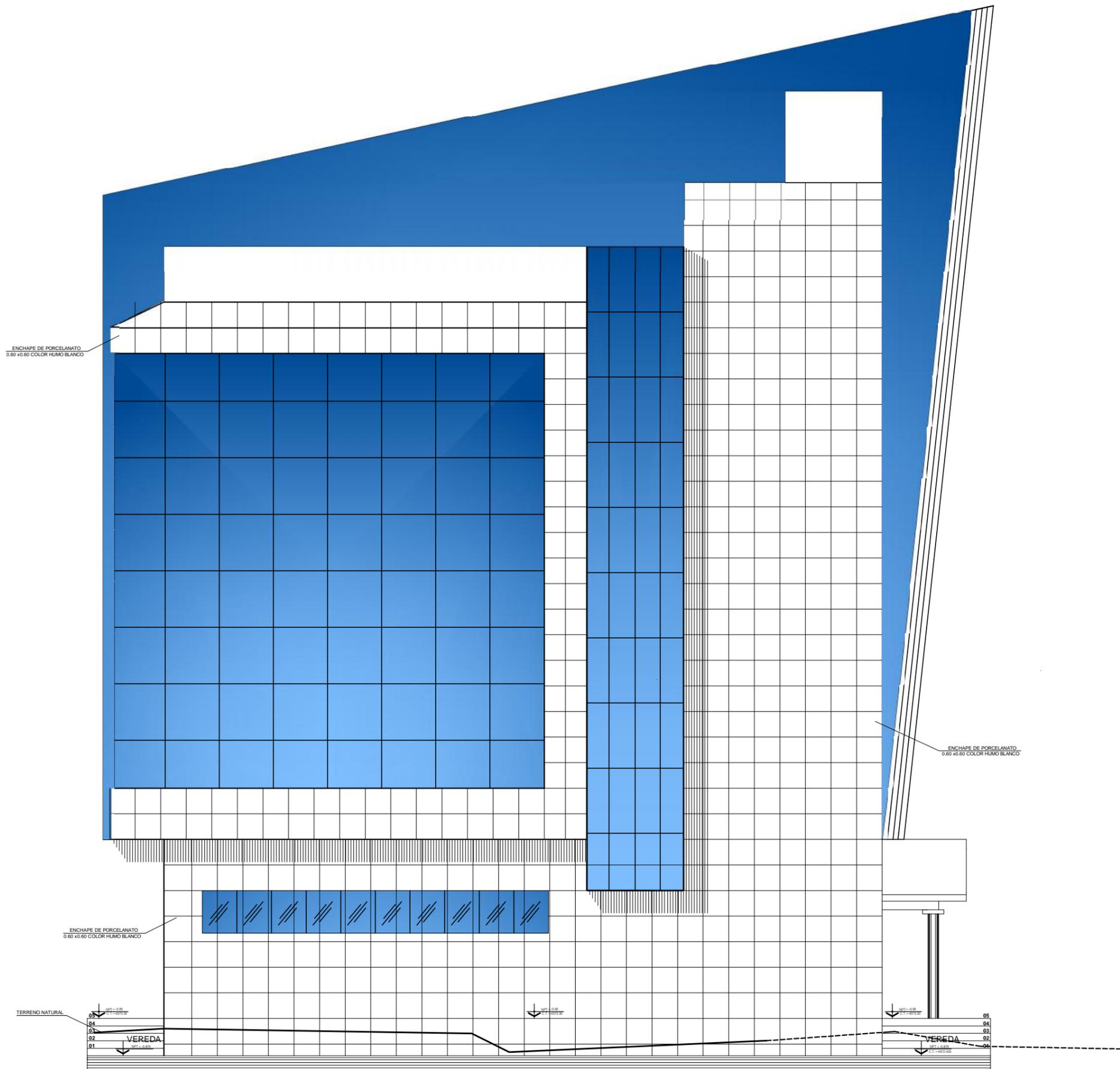
ELEVACION POSTERIOR

ESC: 1/50



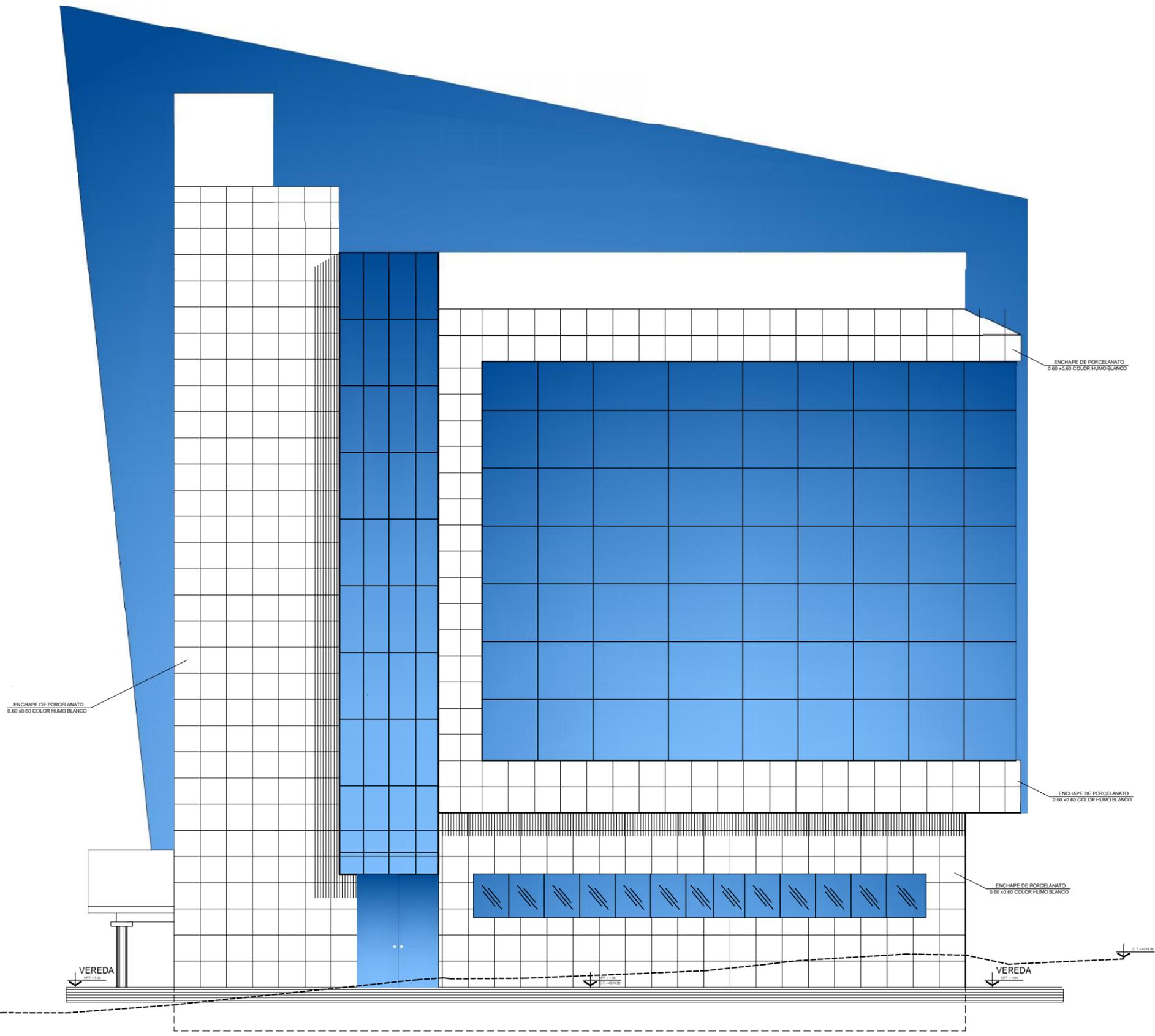
Título: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDC - 2019"

FACULTAD DE INGENIERIA		Especialidad: ARQUITECTURA		Loc: SAN JUAN	
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Escala: 1/50		Fecha: NOVIEMBRE 2019	
Autor:		Proy: PROCO		Dib: VARGASCHIR	
Revisado:		Presentado:		A-1	



ELEVACION LATERAL 1

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL ANDRÉS BELLO</p>	TÍTULO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNDAE-2019"		
	PROYECTO: ELEVACION LATERAL		
	Especialidad: ARQUITECTURA	Lic.: SARA BARRA Dist.: YAMACROCHA	A-11
	Escala: 1/20	Fecha: NOVIEMBRE 2019 Proy.: PROCO Dibu.: PROCO	
Facultad de Ingeniería Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil	Autor:	Presentado:	



ELEVACION LATERAL 2

ESC: 1/50

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL ANDRÉS BELLO</p>	TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA EDIFICACIÓN DEL PABELLÓN DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDAE-2019"		LÍNEA:
	PLAN: ELEVACION LATERAL		
FACULTAD DE INGENIERIA	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	LIC. SARA BARRA	
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA: 1/50	FECHA: NOVIEMBRE 2019	



ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

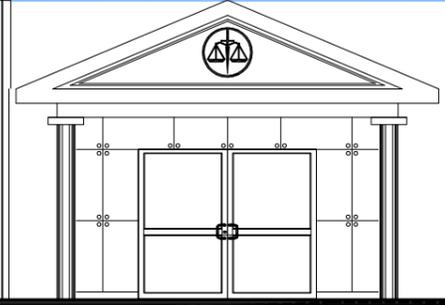
ENCHAPE DE PORCELANATO
0.60 x 0.60 COLOR HUMO BLANCO

TERRENO NATURAL

VEREDA

VEREDA

ELEVACION PRINCIPAL
ESC: 1/50



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	TÍTULO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA EDIFICACION DEL PABELLON DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS DE LA UNDIAC-2019" SERIE:		
	NOMBRE: ELEVACION PRINCIPAL Llamado:		
	Especialidad: ARQUITECTURA	Lic.: S.M. BARR DISEÑO: YVAMACMOCHA	A-14
	Escala: 1/50	Fecha: NOVIEMBRE 2019 Presentado:	