



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 101988989

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI – PETRINI PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. FRAY RAMÓN ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021

presentado por:

LOPEZ CARHUAPUMA, ERICKS ANTONY

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **15% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 14 de agosto de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. SANTOS CHACALTANA VÁSQUEZ
DIRECTOR (i)

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti –
Petrini para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Fray
Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica - 2021

Diseño sismorresistente de estructuras de concreto armado y albañilería.

INFORME FINAL DE TESIS

BACH. LOPEZ CARHUAPUMA, ERICKS ANTONY

Ica, Perú
2021

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me acompañaron durante este periodo, gracias por su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a mi madre, sin ella no sería posible esto, su dedicación y determinación son el mejor ejemplo que podría tener.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problemática	1
1.2. Formulación de problemas.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Antecedentes del problema de investigación.....	2
1.3.1. Antecedentes a nivel internacional	2
1.3.2. Antecedentes a nivel nacional.....	2
1.3.3. Antecedentes a nivel local	3
1.4 Justificación e importancia de la investigación	3
1.4.1. Justificación	3
1.4.2. Importancia	3
1.5. Objetivos de la investigación.....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Hipótesis de la investigación	4
1.6.1. Hipótesis general.....	4
1.6.2. Hipótesis específicas.....	4
1.7. Contenido de capítulos.....	4
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	6
2.1. Procedimientos.	6
2.2. Diseño metodológico.	6
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	6
2.2.2. Operacionalización de variables	7
2.3. Participantes.....	7
2.4. Universo y muestra	7
2.4.1. Delimitación del proyecto.....	7
2.4.2. Delimitación temporal.	10

2.4.3. Delimitación social.....	10
2.4.4. Delimitación conceptual.....	10
2.4.5. Población y muestra.....	10
2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	11
2.5.1. Instrumentos de recolección de datos.....	11
2.5.2. Técnicas de recolección de datos.....	13
2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	13
III. RESULTADOS.....	14
3.1. Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.....	14
3.1.1. Realidad de la edificación.....	14
3.1.2 Método de Benedetti y Petrini.....	18
3.2 Evaluación de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de concreto armado.....	19
3.2.1 Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 01, 02 y 03.....	19
3.2.2 Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 04, 05 y 06.....	40
3.3.3. Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 07, 08 y 09.....	51
3.3 Determinando Índice de Vulnerabilidad.....	57
3.4 Verificación de hipótesis.....	58
3.4.1 Verificación de hipótesis específicas.....	58
3.4.2 Verificación de hipótesis general.....	59
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
VIII. ANEXOS.....	65
8.1 Panel Fotográfico.....	65
8.2 Relación de planos.....	69

Índice de tablas

TABLA I. Operacionalización de variables.....	7
TABLA II. Áreas en ambas direcciones	26
TABLA III. Factores de Zona	26
TABLA IV. Factores de Suelo “S”.....	26
TABLA V. Perfil del suelo.....	27
TABLA VI. Categoría de edificaciones y factor “U”	27
TABLA VII. Coeficiente Básico De Reducción De Las Fuerzas Sísmicas	28
TABLA VIII. Resumen de aulas 01, 02 y 03	40
TABLA IX. Resumen de aulas 04, 05 y 06.....	51
TABLA X. Resumen de aulas 07, 08 y 09.....	56
TABLA XI. Escala numérica del índice de vulnerabilidad Iv, para las estructuras de concreto armado (Benedetti y Petrini 1984)	57
TABLA XII. Resumen de clasificación de parámetros	57
TABLA XIII. Valores de parámetros obtenidos	58
TABLA XIV. Interpolación lineal para el método.....	58
TABLA XV. Rangos de índices vulnerabilidad sísmica.....	60

Índice de figuras

Fig.1	Ubicación del departamento de Ica.....	8
Fig.2	Ubicación de la provincia de Ica.....	9
Fig.3	Ubicación del distrito de Santiago.....	9
Fig.4	Ubicación de la zona de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, Ica.....	10
Fig.5	Cámara digital.....	11
Fig.6	GPS.....	11
Fig.7	Laptop.....	11
Fig.8	Ficha de evaluación para estructuras de concreto armado.....	12
Fig.9	Pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas.....	13
Fig.10	I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago.....	14
Fig.11	Distribución de las aulas N°1, 2 y 3, del primer nivel.....	15
Fig.12	Distribución de aulas N°4, 5 y 6, del segundo nivel.....	16
Fig.13	Distribución de aulas N°7, 8 y 9 del tercer nivel.....	17
Fig.14	Clasificación de parámetro 1.....	20
Fig.15	Se aprecia correcto proceso constructivo de elementos estructurales.....	21
Fig.16	Se aprecia correcto confinamiento de muro portante.....	22
Fig.17	Clasificación de parámetro 2.....	23
Fig.18	Muros en buen estado.....	23
Fig.19	Correcto proceso constructivo de muros.....	24
Fig.20	Distribución de muros en aulas 1, 2 y 3.....	25
Fig.21	Zonas Sísmicas.....	26
Fig.22	Clasificación del parámetro 4.....	30
Fig.23	Sobrecimientos, muros y columnas en buen estado.....	30
Fig.24	Clasificación del parámetro 5.....	31
Fig.25	Buena conexión de diafragma con elementos verticales.....	32
Fig.26	Buena conexión de diafragma con muro portante en aula 02.....	32
Fig.27	Clasificación para la configuración en planta de la estructura.....	33
Fig.28	Configuración de planta de nuestra estructura.....	34
Fig.29	Clasificación de configuración para elevación de la estructura.....	35
Fig.30	Configuración de elevación de la estructura.....	35
Fig.31	Se aprecia correcta unión entre la losa y vigas.....	37
Fig.32	Parte interna de aulas, en buen estado.....	38
Fig.33	Elementos no estructurales empotrados.....	38
Fig.34	Fisuras en unión de columnas con vigas del primer nivel.....	39
Fig.35	Fisuras en vigas del primer nivel.....	39

Fig.36	Fallas en tarrageo del primer nivel.....	40
Fig.37	Se aprecia correcta unión entre columnas vigas y muros del segundo nivel.....	41
Fig.38	Correcto proceso constructivo del segundo nivel.....	42
Fig.39	Distribución de muros en aulas 4, 5 y 6.....	43
Fig.40	Se observa buen estado del segundo nivel.	44
Fig.41	Unión de diafragmas con elementos estructurales.	45
Fig.42	Configuración de planta del segundo nivel.	46
Fig.43	Configuración de elevación de la estructura para evaluar aulas 4, 5 y 6.....	47
Fig.44	Se observa correcta unión entre losas vigas y columnas.....	47
Fig.45	Presencia de elementos no estructurales-equipamiento de aulas	48
Fig.46	Elementos no estructurales del segundo nivel.....	48
Fig.47	Fisuras en losas del segundo nivel.	49
Fig.48	Fisura en viga peraltada del segundo nivel.	50
Fig.49	Se aprecia unión adecuada entre elementos estructurales del tercer nivel.	51
Fig.50	Se aprecia un buen estado de los muros.....	52
Fig.51	Distribución del tercer nivel.....	53
Fig.52	Buen estado de unión entre columnas y vigas del tercer nivel.....	54
Fig.53	Correcta unión de diafragmas del tercer nivel con vigas.	54
Fig.54	Se aprecia el techo del tercer nivel.....	55
Fig.55	Se observa grieta en las vigas secundarias de los muros del tercer nivel.....	56
Fig.56	Fisura vertical en la parte superior de sección de viga peraltada	65
Fig.57	Fisura vertical en la sección de viga peraltada	66
Fig.58	Fisura en la sección de viga peraltada.....	67
Fig.59	Grieta en la parte inferior de la losa aligerada-cruce entre columna y viga.	68

RESUMEN

En la I.E. Fray Ramón Rojas la estructura que presenta algunas fallas, aparente riesgo sísmico e inseguridad para su población, es el pabellón de aulas 01 al 09, tiene más de 15 años de funcionamiento, un estado actual con presencia de algunas rajaduras en su estructura, ubicado en el distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica. El problema se evidencia al ser una edificación de categoría A, la cual debe de cumplir exhaustivamente todos los requerimientos de diseño y mantener un buen estado a lo largo del tiempo.

Siendo necesario evaluar esta condición para determinar el estado actual se propuso desarrollar una investigación cuantitativa del tipo aplicada con la hipótesis de que La aplicación del método del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Fray Ramón Rojas. Para ello se planteó como objetivo principal determinar la influencia de la aplicación del método del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Fray Ramón Rojas.

La estructura en estudio tiene 3 niveles, teniendo 3 aulas por nivel. Se determinó la vulnerabilidad sísmica por el método en aplicación siendo el $I_{vn}=9.37\%$, estando en el intervalo $0 < I_{vn} < 20$, teniendo así una vulnerabilidad baja. Se concluye que la aplicación del método de índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini influye favorablemente en la determinación de nuestra vulnerabilidad sísmica, puesto nos permite establecer parámetros, encontrar resultados respaldados y comparables.

Palabras clave: Método del índice de vulnerabilidad, Benedetti-Petrini, vulnerabilidad sísmica.

ABSTRACT

In the I.E. Fray Ramón Rojas, the structure that presents some flaws, apparent seismic risk and insecurity for its population, is the hall of classrooms 01 to 09, it has been in operation for more than 15 years, a current state with the presence of some cracks in its structure, located in the district of Santiago, province of Ica, Ica. The problem is evident as it is a category A building, which must exhaustively meet all design requirements and maintain good condition over time.

Being necessary to evaluate this condition to determine the current state, it was proposed to develop a quantitative investigation of the applied type with the hypothesis that the application of the Benedetti - Petrini vulnerability index method influences the evaluation of the seismic vulnerability of the I.E. Friar Ramon Rojas. For this, the main objective was to determine the influence of the application of the Benedetti - Petrini vulnerability index method in the evaluation of the seismic vulnerability of the I.E. Friar Ramon Rojas.

The structure under study has 3 levels, having 3 classrooms per level. The seismic vulnerability was determined by the method in application, with $I_{vn}=9.37\%$, being in the interval $0 < I_{vn} < 20$, thus having a low vulnerability. It is concluded that the application of the Benedetti - Petrini vulnerability index method favorably influences the determination of our seismic vulnerability, since it allows us to establish parameters, find supported and comparable results.

Keywords: Vulnerability index method, Benedetti-Petrini, seismic vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

En la I.E. Fray Ramón Rojas la estructura que presenta algunas fallas, aparente riesgo sísmico y por la que los alumnos y profesores tienen inseguridad, por el cual se realiza el estudio es el pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, por tener más de 15 años de funcionamiento, presentar algunas pequeñas fallas, haber aumentado los requerimientos sísmicos y por estar presente en una zona de alta sismicidad.

En 2006, Consejo Nacional de Educación

[...] En el Proyecto Nacional de Educación al 2021, dentro del objetivo estratégico 1, la necesidad de "asegurar que todos los centros educativos que atienden a las personas más pobres aseguren una buena infraestructura, servicios y condiciones de salud adecuadas". [1]

En 2014, Campana et al.

[...] El estado ya ha establecido metas para asegurar buena estructura para los centros educativos de la gente más pobre a nivel nacional, para poder llegar a una igualdad de condiciones respecto al aprendizaje.

Tenemos entre las principales causas de algunas pequeñas fallas en la estructura, una mala ejecución con deficiente mano de obra, la falta de una adecuada dirección técnica por parte de profesionales especialistas, el inadecuado uso, el aumento de la demanda por parte de la población, entre otros.

La infraestructura de la escuela es un factor importante para el rendimiento escolar porque cumple un rol motivacional y funcional. [2]

La infraestructura educativa es relevante en el rendimiento de los escolares a nivel motivacional y de correcto desempeño de sus actividades.

Si no se realiza una evaluación de la vulnerabilidad sísmica, no se podría asentar las bases para iniciar un proceso de formulación, mejoramiento, diseño estructural y construcción de un nuevo pabellón, de esta manera no se podría mejorar la calidad educativa en la presente Institución Educativa. La población se verá afectada cada vez más, mermando el crecimiento económico de la misma y aumentando la migración escolar a otras localidades.

1.2. Formulación de problemas

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la aplicación del método del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera influye la calidad del sistema existente en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021?
- b) ¿De qué manera influye la resistencia convencional de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021?
- c) ¿De qué manera influye la configuración de los elementos estructurales de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021?

1.3. Antecedentes del problema de investigación

1.3.1. Antecedentes a nivel internacional

En 2017, A. Álzate [3]. Buscó Evaluar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables de los Grupos III y IV, según la NSR-10, localizadas en el perímetro urbano del municipio de Viterbo. Se realizó el proyecto desde la recolección de información, clasificación y selección de las estructuras a evaluar, medición y cuantificación estructural de las edificaciones, análisis de la información, elaboración y presentación de recomendaciones técnicas y elaboración y presentación del documento final. Se evidencia que el 100% de las edificaciones construidas en sistema de muros, correspondientes al Hospital San José, el Palacio Municipal y el Colegio La Milagrosa no están cumpliendo la NSR-10.

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

En 2019, H. Cubas y G. Rangel [4]. Se buscó Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica que presentan los centros de salud del distrito de Jaén ante un evento sísmico de gran magnitud. Se realizó el proyecto desde la recolección de datos, la aplicación del método de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini de cada bloque hasta la obtención de las conclusiones. Se determinó el índice de vulnerabilidad sísmica de los centros de salud por el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti Petrini, donde se obtuvo que el CS – 01 tiene tres módulos con vulnerabilidad BAJA y uno módulo con vulnerabilidad MEDIA, el CS – 02 tiene una vulnerabilidad MEDIA, el CS – 03 tiene cuatro módulos con vulnerabilidad BAJA,

dos con vulnerabilidad MEDIA y uno con ALTA y el CS – 04 tiene un módulo con vulnerabilidad ALTA y otro con vulnerabilidad BAJA.

1.3.3. Antecedentes a nivel local

A nivel local no existe alguna tesis o investigación relacionada con la aplicación del método de vulnerabilidad Benedetti – Petrini, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación

El presente proyecto se justifica, porque la estructura en estudio es una edificación esencial de categoría A, es la única que presenta fallas, es la que expresa inseguridad por parte de la población académica y administrativa y es la más relevante en toda la I.E. Fray Ramón Rojas, ya que cuenta con más de 15 años de servicio y es donde están las 09 aulas de mayor cantidad de alumnado, siendo así una necesidad para dicha institución educativa. Se busca realizar la aplicación del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini, para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las aulas 01 al 09.

1.4.2. Importancia

Esta investigación realizará la aplicación del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini, para evaluar la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 y de esta manera conocer el estado actual de dicho pabellón y sentar las bases si fuera necesario para la formulación de un expediente y posterior ejecución de mejoramiento o construcción si es que se requiera, para así beneficiar a la estructura, dar seguridad al alumnado y proseguir de manera correcta las actividades académicas.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del método del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia de la calidad del sistema existente en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.
- b) Determinar la influencia de la resistencia convencional de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

- c) Determinar la influencia la configuración de los elementos estructurales de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

La aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

1.6.2. Hipótesis específicas

- a) La calidad del sistema existente influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.
- b) La resistencia convencional de la estructura influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.
- c) La configuración de los elementos estructurales de la estructura influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

1.7. Contenido de capítulos

✓ Capítulo I – Introducción

Este expresa de manera puntual el preámbulo y definiciones de nuestro proyecto a desarrollar, así como la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios.

✓ Capítulo II – Estrategia Metodológica

Esta muestra el planeamiento metodológico, nos brinda detalladamente como fue realizada y los elementos utilizados en esta, así como los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.

✓ Capítulo III – Resultados

Esta muestra de forma puntual y simple los resultados obtenidos, así como sus tablas, gráficos, imágenes que se emplearon para su desarrollo, la justificación de porque se utilizaron; este capítulo muestra los datos más importantes, ya nos ayudara a dar desenlace a la problemática y objetivos propuestos para así lograr corroborar las hipótesis planteadas.

✓ Capítulo IV – Discusión

En este capítulo examinamos e interpretamos resultados, recalando los aspectos cruciales del proyecto, insistiendo que no se debe repetir la información presentada.

✓ Capítulo V – Conclusiones

Estas hacen referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, estas van a la par de la cifra de objetivos presentados en la investigación.

✓ Capítulo VI – Recomendaciones

Estas recomendaciones son desde la perspectiva del autor con respecto a su punto de vista, deben de estar directamente vinculadas con las conclusiones, siendo puntuales y resumidas.

✓ Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

En esta parte de la tesis agrupamos todos nuestros orígenes de consulta empleados para este proyecto.

✓ Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán fotos de la zona a desarrollar y planos necesarios.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Procedimientos.

Etapa preliminar de gabinete, consiste en la búsqueda y recopilación de datos e información actual, entre otros; procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, relacionada con el ámbito de influencia del estudio.

Etapa de campo, tiene como finalidad evaluar los peligros, vulnerabilidades y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto a realizar, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades: Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto y la recopilación de información complementaria a través de un reconocimiento topográfico y apoyándose del Google Earth, para obtener las características geométricas de la zona.

Etapa final de gabinete, comprende principalmente las tareas de procesamiento de la información obtenida de las etapas anteriores, en esta etapa se aplicará el método del índice de vulnerabilidad Benedetti – Petrini para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas. Procediendo a cumplir con los objetivos planteados, desarrollar la parte metodológica de la investigación, lograr la verificación de las hipótesis presentadas y llegar finalmente a plantear un conjunto de conclusiones y recomendaciones.

2.2. Diseño metodológico.

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

La investigación cumple las condiciones de la investigación **cuantitativa y aplicada**. En cuanto a la cuantificación, debido a que se basa en la obtención de datos de forma cuantificable y ocupa el segundo lugar, se apoya en la información e intenta utilizar los conocimientos adquiridos a través de su desarrollo en beneficio de la sociedad.

- Enfoque de investigación

Es **cuantitativo** porque se toman datos de campo y se analizan para resolver las interrogantes de la investigación y probar las hipótesis planteadas ya que se basa en la confiabilidad de las mediciones numéricas.

- Nivel de investigación

El nivel de investigación de este artículo es **descriptivo-explicativo**. En cuanto al nivel de descripción, utiliza palabras para expresar las características de la población o fenómeno en estudio, de modo que cuando alguien lo lea o explique, se despertará en su mente. En

cuanto al nivel de interpretación, se trata de un proceso que va mucho más allá de la simple descripción de la población o fenómeno objeto de estudio y trata de expresar con claridad las características del estudio.

- Diseño de investigación

La investigación es **no experimental** ya que se observan eventos existentes, de tal manera que no son provocados por el investigador y esta situación puede ser transversal, porque se han recogido datos en una sola medición. En 2014, Hernández et al. [5]. “En estas investigaciones las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos”.

2.2.2. Operacionalización de variables

TABLA I. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE: Aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini	Aplicar el método del índice de vulnerabilidad (Benedetti – Petrini) para calcular la vulnerabilidad sísmica.	Aplicación del método.	Calidad del sistema existente. Resistencia convencional de la estructura. Configuración actual de los elementos estructurales
DEPENDIENTE: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini.	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.	Índice de vulnerabilidad sísmica.

2.3. Participantes.

- Asesorado: Bach. Lopez Carhuapuma, Ericks Antony
- Asesor: Ing. Chacaltana Vasquez Santos

2.4. Universo y muestra.

2.4.1. Delimitación del proyecto

En 2020, Google Earth [6]

- Delimitación espacial o geográfica

Región : Ica
Provincia : Ica
Distrito : Santiago
Zona del proyecto : 18L
Región natural : Chala
Altitud promedio : 356 m.s.n.m.



Fig.1 Ubicación del departamento de Ica.

Fuente: ColorfulMaker [7]



Fig.2 Ubicación de la provincia de Ica

Fuente: INEI. [8]



Fig.3 Ubicación del distrito de Santiago

Fuente: Valderrama [9]

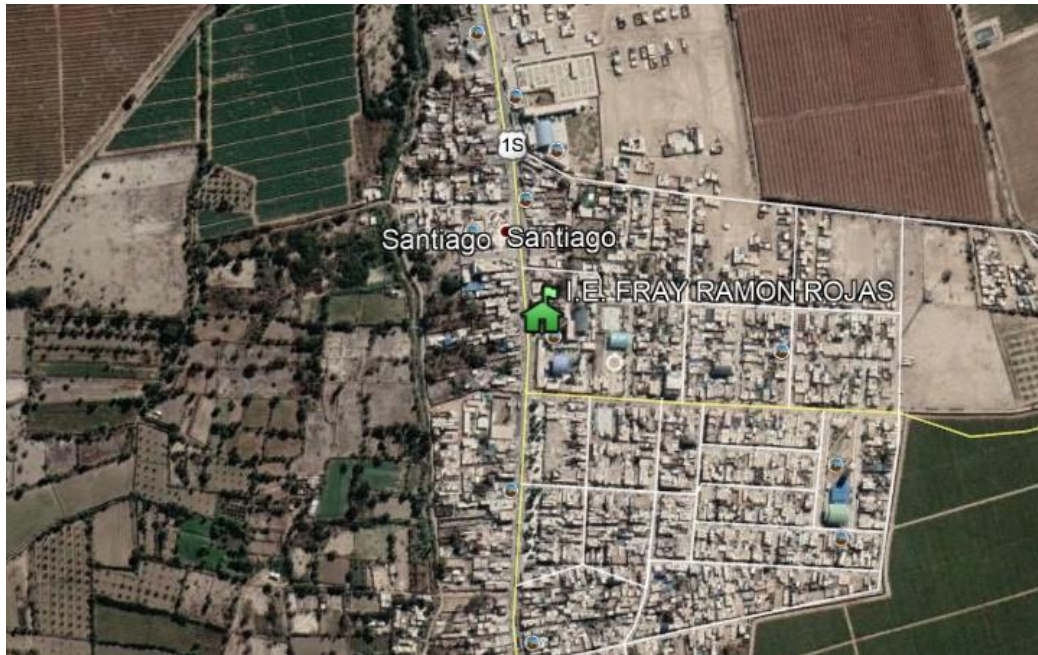


Fig.4 Ubicación de la zona de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, Ica
Fuente: Google Earth [6]

2.4.2. Delimitación temporal.

El periodo en el cual se elaborará el proyecto de tesis será de 4 meses.

2.4.3. Delimitación social.

En 2020 ESCALE [10] “Es el área socioeconómica en la que se desarrolla la I.E. Fray Ramón Rojas, con una población aproximada de 545 personas”.

2.4.4. Delimitación conceptual.

La presente investigación se desarrollará considerando como tema general la EVALUACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO, siendo el tema específico LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (BENEDETTI – PETRINI), circunscribiéndose la aplicación del método del índice de vulnerabilidad (Benedetti – Petrini), para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, desde el punto de vista sísmico, sin considerar aspectos geotécnicos o económicos. Para ello se tendrán en cuenta las normas nacionales actuales del (RNE): E.030, E.060, manuales actuales y teorías disponibles.

2.4.5. Población y muestra.

- Población de estudio

I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

- Tamaño de la muestra

Pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

- Criterios De Inclusión Y Exclusión

- a) Criterios De Inclusión
 - ✓ Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.
- b) Criterios De Exclusión
 - ✓ Estudio geotécnico.
 - ✓ Aspecto económico.

2.5. Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1. Instrumentos de recolección de datos

Los principales instrumentos que se aplicaron: Instrumento fotográfico, topográfico, tablas de recolección de información y equipo de cómputo.



Fig.5 Cámara digital
Fuente: Canon [11]



Fig.6 GPS
Fuente: [12]



Fig.7 Laptop
Fuente: [13]

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

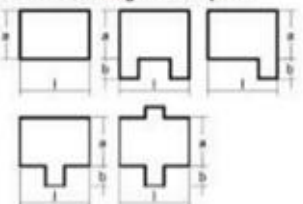
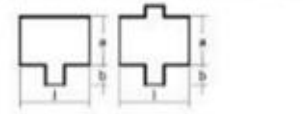
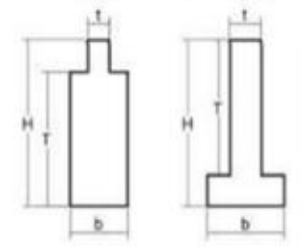
DATOS REFERENCIALES	PARÁMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACIÓN
Fecha: _____ Ubicación: _____ _____ _____ Manzana: _____ Lote: _____ Uso actual: _____ _____ N° de pisos: _____	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Completar y marcar según lo observado Año de construcción: _____ Asesoría técnica <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado Estado de materiales <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Malo Proceso Constructivo <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Deficiente
	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado: N: Número de pisos: _____ Ax: Área de muros en X (m2) _____ Ay: Área de muros en Y (m2) _____ h: Altura promedio de entrepiso (m) _____ Ps: Peso del sistema resistente (ton/m2) _____ Ac: Área cubierta (m2) _____ Pc: Peso de cubierta (ton/m2) _____
Parámetro 6. Configuración en planta 	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado Presencia de sales <input type="checkbox"/> Presencia de filtraciones <input type="checkbox"/>
	5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado Discontinuidades abruptas <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Buena conexión diafragma-elemento vertical <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Deflexión del diafragma <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar y marcar según lo observado: a: _____ b: _____ L: _____
Parámetro 7. Configuración en elevación 	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas % T/H: Piso blando <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Irregularidad SR <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Columna corta <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	8	DIST. MÁXIMA ENTRE COLUMNAS	Especificar: L (Espaciamento de columnas en metros) S (espesor de la columna maestra en metros) Factor L/S
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado Cubierta estable <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Conexión cubierta-elemento vertical, adecuada <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cubierta plana <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Material liviano <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Cubierta en buenas condiciones <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R(regular) y M(malo) según conexión al S.R. 10.1-Corniza y parapetos <input type="checkbox"/> 10.2-Tanques de agua prefabricados <input type="checkbox"/> 10.3-Balcones y volados <input type="checkbox"/> 10.4-Pequeños elementos <input type="checkbox"/>
11 ESTADO DE COSERVACIÓN	Estructuras de concreto armado en: Buen estado <input type="checkbox"/> Ligeramente dañado <input type="checkbox"/> Mal estado <input type="checkbox"/>		

Fig.8 Ficha de evaluación para estructuras de concreto armado

2.5.2. Técnicas de recolección de datos

Las principales metodologías que se ha empleado en la investigación son: Examinación de campo no experimental y recopilación de información temática.



Fig.9 Pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas

2.5.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Las técnicas de procesamiento utilizadas son: Recolección de datos, procesamiento de información, presentación y publicación de resultados. El análisis será cuantitativo y su interpretación de datos basada en las normas y manuales de diseño.

III. RESULTADOS

3.1. Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

Para esta evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizaremos el método de Benedetti y Petrini, como primer paso presentaremos los datos y planos de nuestra estructura a evaluar, luego detallaremos como son evaluados bajo cada uno de sus parámetros establecidos y poder establecer su condición.

3.1.1. Realidad de la edificación.

Presentaremos fotografías y planos de la situación actual de nuestra edificación a evaluar, para lograr identificarla y presentar nuestros datos.



Fig.10 I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago.

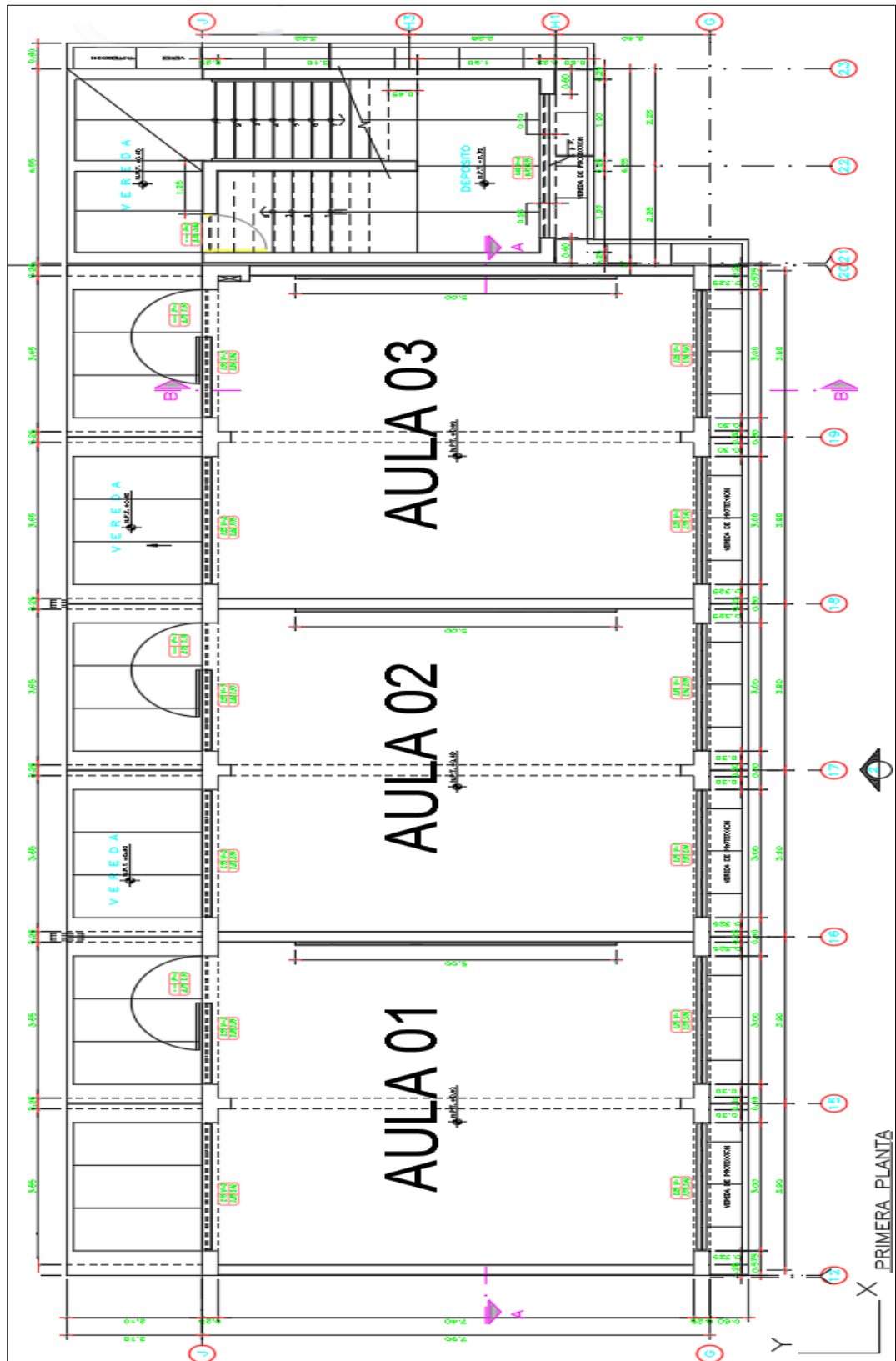


Fig.11 Distribución de las aulas N°1, 2 y 3, del primer nivel.

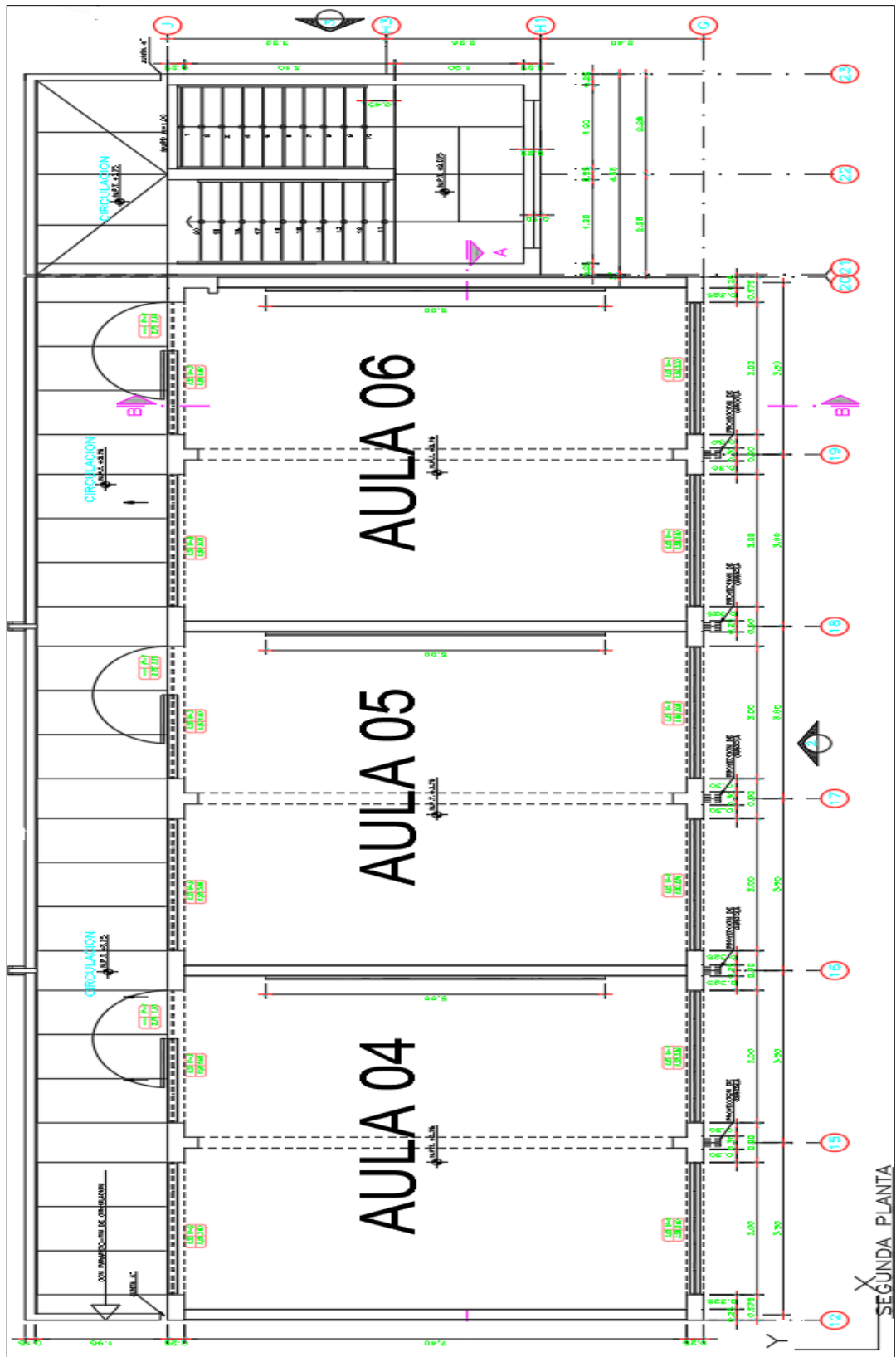


Fig.12 Distribución de aulas N°4, 5 y 6, del segundo nivel.

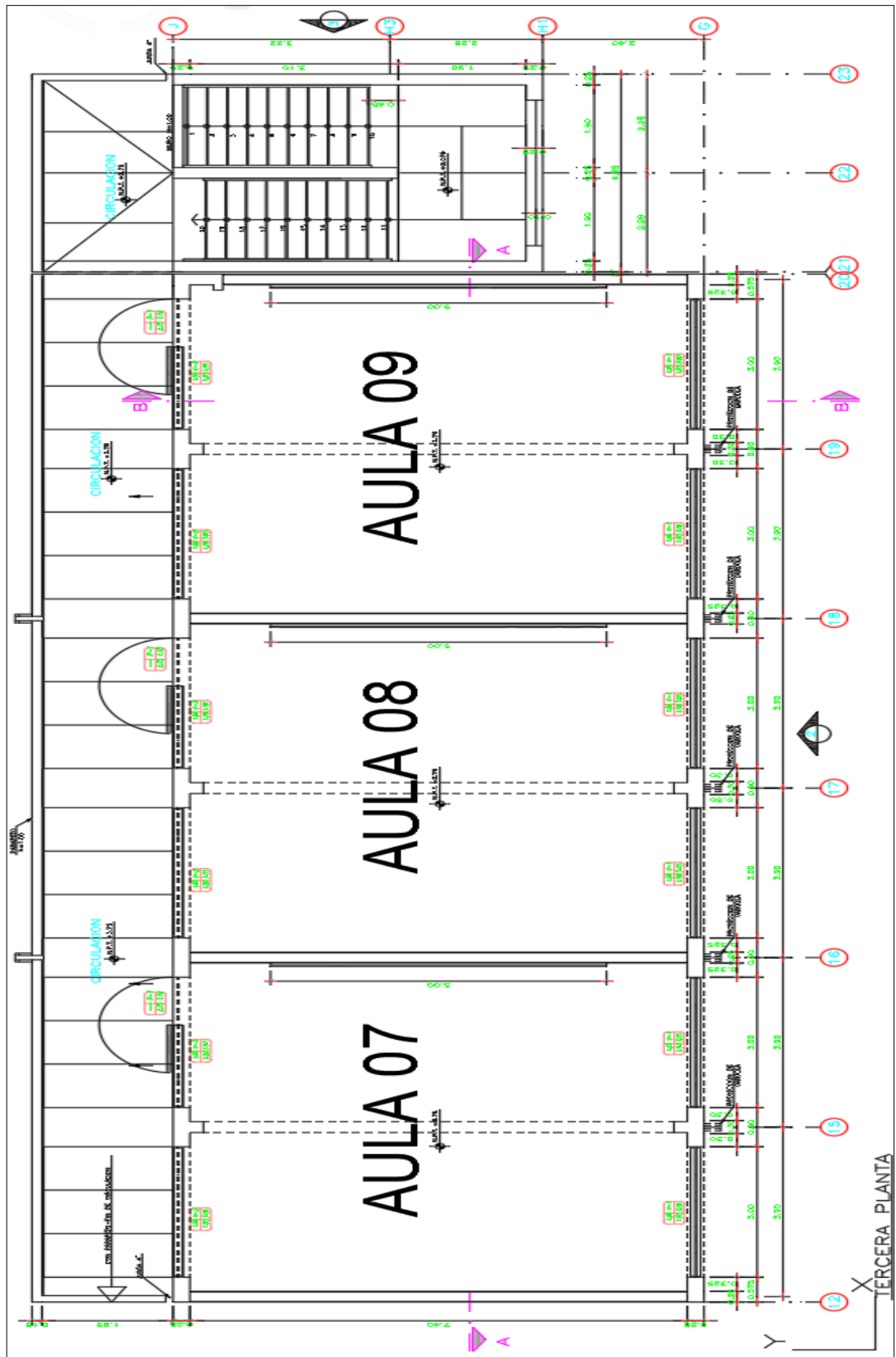


Fig.13 Distribución de aulas N°7, 8 y 9 del tercer nivel.

3.1.2 Método de Benedetti y Petrini

En esta metodología fue desarrollada en 1982, consta con 11 parámetros que establecen Benedetti y Petrini, los cuales nos ayudan a determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación de concreto armado. La clasificación se dará, según nuestra edificación cumpla las condiciones de cada parámetro.

- Parámetro 1. Organización del sistema resistente.
Se obtiene información para verificar que la edificación cumple con la norma E.030 y E.070 del RNE, verificando el tipo de amarre de las vigas y muro portante.
- Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.
En este verificamos las características de los muros portantes, evaluando el ladrillo empleado, su homogeneidad; luego se evalúa la dimensión de la junta de mortero y por último, evaluamos si el muro portante presenta verticalidad, valorando el trabajo de mano de obra y su proceso constructivo.
- Parámetro 3. Resistencia Convencional.
Se obtiene al dibujar la planta de los muros portantes de cada una de las edificaciones para determinar su resistencia convencional.
- Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.
Se valora mediante control visual información acerca de la cimentación de nuestra edificación y la evaluación de pendiente en caso presente. Se considerará una correcta cimentación si esta cuenta con cimiento corrido y sobrecimiento.
- Parámetro 5. Diafragmas horizontales.
Los diafragmas horizontales deben de estar conectados de manera adecuada hacia el sistema estructural vertical, para así lograr transmitir las cargas primero la ausencia o existencia de planos a desnivel, segundo el nivel de deformación de los diafragmas y finalmente, la conexión entre el diafragma y los muros.
- Parámetro 6. Configuración en planta.
Se valora la simetría de la edificación, estimando valores altos cuando esta, cuenta con secciones cuadradas y bajas si son alargadas, o presencia de protuberancias, ya que pueden producir una torsión y concentración de esfuerzos en los elementos estructurales.
- Parámetro 7. Configuración de la elevación.
En esta calificamos la irregularidad vertical de nuestra estructura, según su configuración estructural.
- Parámetro 8. Separación máxima entre muros.
En edificaciones de concreto armado detalla información con respecto a la distancia máxima de muro a muro en la primera planta, y el espesor mayor del muro. Resaltando las uniones columna-losa y vigas-columnas.

- Parámetro 9. Tipos de cubierta.

Se evalúa el techo la edificación, verificando primero si la cubierta está correctamente amarrada y/o empotrada a los muros, seguido de verificar la distancia máxima entre vigas y finalmente si la cubierta tendrá un adecuado apoyo y amarre entre la losa aligerada o no. Corroborando si esta es capaz de resistir fuerzas sísmicas.

- Parámetro 10. Elementos no estructurales.

Este parámetro de elementos no estructurales, verifica si la edificación cuenta con parapetos, volados, balcones, tanques elevados o cualquier otra sobrecarga, para poder estimar el nivel de peligro que pueden presentar los elementos no estructurales durante un sismo.

- Parámetro 11. Estado de conservación.

Se evalúa si alguno de los elementos estructurales, ha recibido algún daño o falla debido a sismos previos o factores externos, verificando el estado actual de los muros.

3.2 Evaluación de vulnerabilidad sísmica para edificaciones de concreto armado.

3.2.1 Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 01, 02 y 03.

Se tomará información de Mena [14]

Para estas tres primeras aulas a verificar las analizaremos bajo los once parámetros establecidos por el Método de Benedetti y Petrini, todas estas ubicadas dentro del primer nivel.

➤ Parámetro 1: Tipo y organización de sistema resistente.

La aplicación de estándares de diseño sísmico es muy importante porque este parámetro analiza las características del sistema sísmico y también considera la participación de profesionales experimentados. Por tanto, el parámetro 1 se asignará de acuerdo con los siguientes puntos:

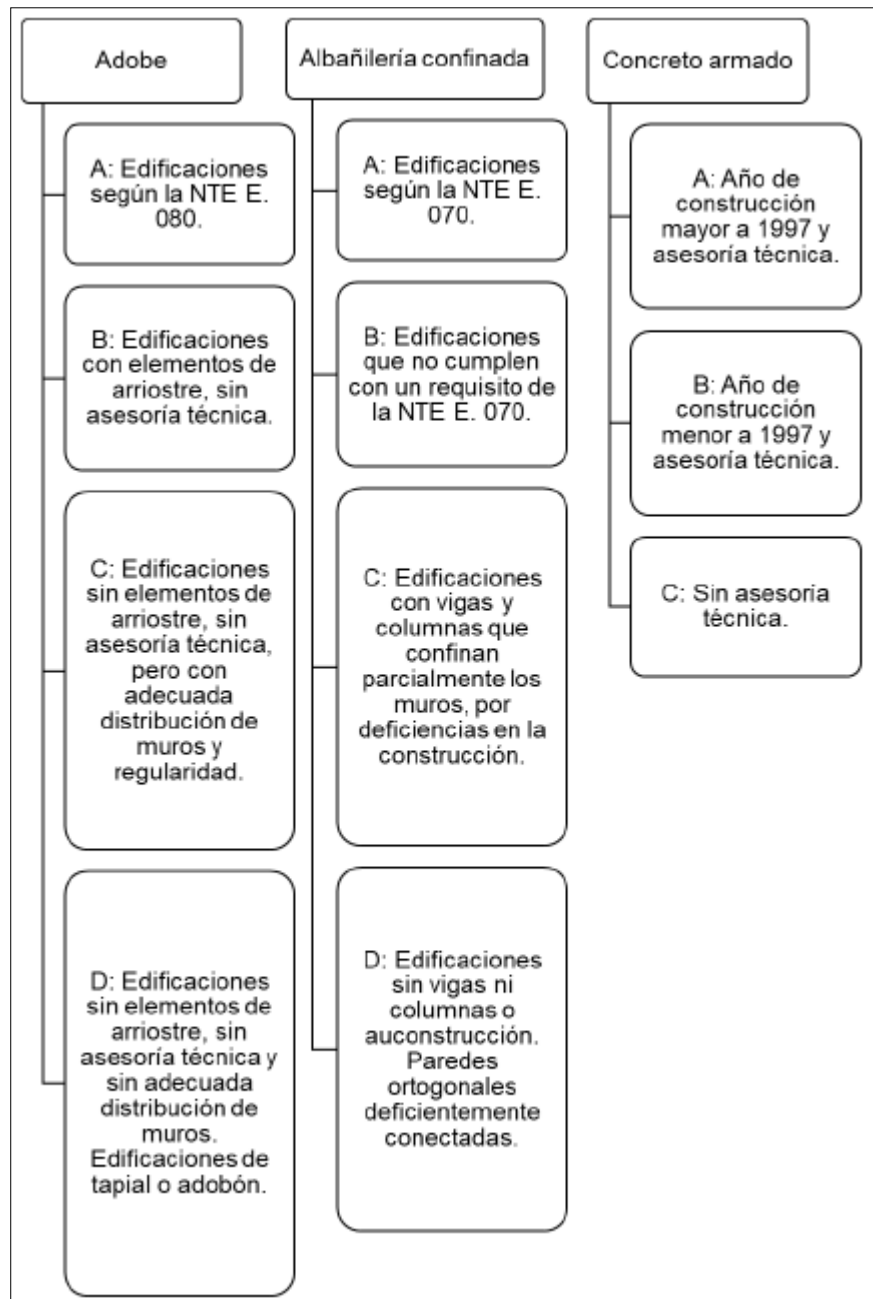


Fig.14 Clasificación de parámetro 1



Fig.15 Se aprecia correcto proceso constructivo de elementos estructurales.



Fig.16 Se aprecia correcto confinamiento de muro portante

Comentario: Esta edificación es de concreto armado y cuenta con una antigüedad de 15 años. Construida bajo una asesoría técnica, dando una clasificación “A”.

➤ Parámetro 2: Calidad del sistema resistente.

Los edificios se clasifican en una de las tres categorías en función de dos factores: -El tipo de materiales que componen la mampostería y la forma de los elementos. -En segundo lugar, en toda la zona del muro, la homogeneidad de materiales y fragmentos (bloques, ladrillos, cemento, ya sean prefabricados, cocidos o ligeramente reforzados).

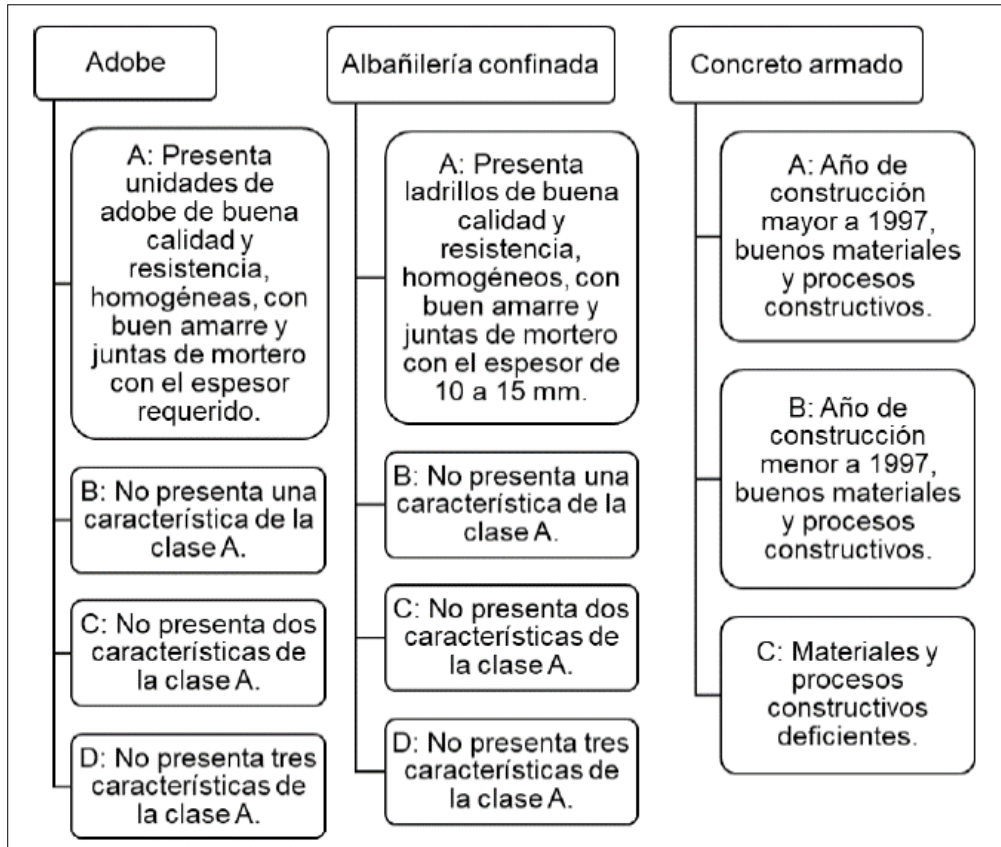


Fig.17 Clasificación de parámetro 2.



Fig.18 Muros en buen estado



Fig.19 Correcto proceso constructivo de muros.

Comentario: Como esta edificación fue construida luego de 1997 y como se aprecia con un correcto proceso constructivo de sus muros, se le dará una clasificación “A”.

➤ Parámetro 3: Resistencia Convencional

Para el cálculo de la resistencia convencional de cada estructura, se seguirán los siguientes pasos. Considerando que para este parámetro N°3, se utilizara el mismo resultado ya que los 3 niveles son homogéneamente continuos.

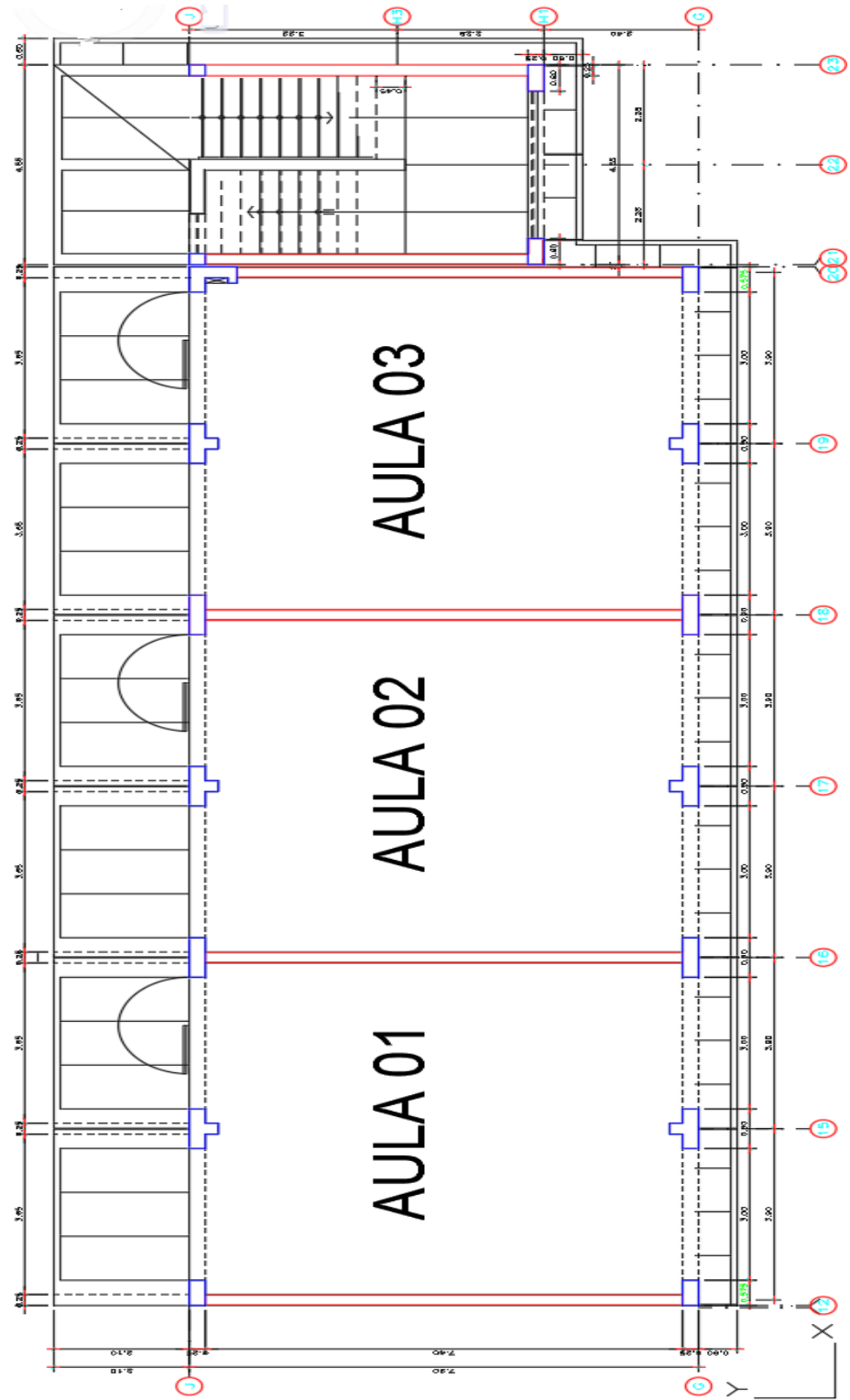


Fig.20 Distribución de muros en aulas 1, 2 y 3.

Cálculo de áreas

TABLA II. ÁREAS EN AMBAS DIRECCIONES

Elemento	Dirección X-X			Elemento	Dirección Y-Y		
	L	t	Lt		L	t	Lt
X1	1.15	0.25	0.2875	Y1	7.40	0.25	1.85
X2	1.80	0.25	0.45	Y2	7.40	0.25	1.85
X3	1.80	0.25	0.45	Y3	7.40	0.25	1.85
X4	1.80	0.25	0.45	Y4	6.90	0.25	1.73
X5	1.80	0.25	0.45				
X6	1.80	0.25	0.45				
X7	1.15	0.25	0.2875				

b) Datos sísmicos

Bajo los parámetros establecidos por la norma de Diseño Sismorresistente E.0.30



Fig.21 Zonas Sísmicas

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

TABLA III. FACTORES DE ZONA

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

TABLA IV. FACTORES DE SUELO "S"

Zona \ Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

TABLA V. PERFIL DEL SUELO

Perfil de suelo				
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
Tl (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

TABLA VI. CATEGORÍA DE EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después, de que ocurra un sismo severo tales como: -Establecimientos de salud comprendidos en la categoría A1. -Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicación. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. -Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerará depósitos de granos y otros almacenes importantes para los abastecimientos	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurante, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarre peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2.

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

TABLA VII. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_0^{(*)}$
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente. [15]

$$A_x = A = 2.83 \text{ m}^2$$

$$A_y = B = 7.28 \text{ m}^2$$

Datos Actuales:

At (área total construida en Planta)	At = 186.8 m ²
N (número de pisos)	N = 3
Cx (área de concreto en X)	Cx = 2.83
Cy (área de concreto en Y)	Cy = 7.28
H (altura promedio)	H = 3.10 m
M (número de diafragmas horizontales)	M = 3
Ac (área total de cubierta)	Ac = 186.8 m ²
Pc (peso por unidad cubierta)	Pc = 0.4 ton/m ²
τ_c (resistencia al corte de concreto)	$\tau_c = 70 \text{ ton/m}^2$
(S) suelo	S = 1.05
(U) uso	U = 1.5
(Z) zona sísmica	Z = 0.45
$T = h_n/C_T = 7.75/45 = 0.172 \text{ seg} < 0.6 \text{ seg}$, siendo $T < T_p$, por tanto $C=2.5$	
(C) coeficiente sísmico	C = 2.5
(R) coeficiente de reducción sísmica	R = 8

1. $V_r =$ Resistencia cortante menos favorable

$$V_r = \min (A_x; A_y) * \tau_c$$

$$V_r = 2.83 * 70$$

$$V_r = 198.10 \text{ ton}$$

2. W = Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura.

$$W = a_t * M + A_c * P_c$$

$$W = 186.8 * 3 + 186.8 * 0.4$$

$$W = 635.12 \text{ ton}$$

3. Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:

$$CSR = V_r / W$$

$$CSR = 198.10/635.12$$

$$CSR = 0.31$$

4. Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:

Del plano de cimentaciones se obtuvo las consideraciones sismorresistentes para proseguir con los cálculos.

$$CSE = ZUCS/R$$

$$CSE = 0.45 * 1.5 * 2.5 * 1.05 / 8$$

$$CSE = 0.221$$

5. Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño.

$$\alpha_h = CSR/CSE$$

$$\alpha_h = 0.31/0.221$$

$$\alpha_h = 1.40$$

Se podrá clasificar con la siguiente adaptación:

A. Edificio con $\alpha_h \geq 1.20$

B. Edificio con $0.6 \leq \alpha_h \leq 1.20$

C. Edificio con $\alpha_h \leq 0.60$

Comentario: Como resultado final se obtuvo que la relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño es de $1.40 \geq 1.20$; estableciendo una clasificación "A" para este parámetro.

➤ Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.

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.
- La presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
- Presencia de humedad, sales, etc.



Fig.22 Clasificación del parámetro 4.

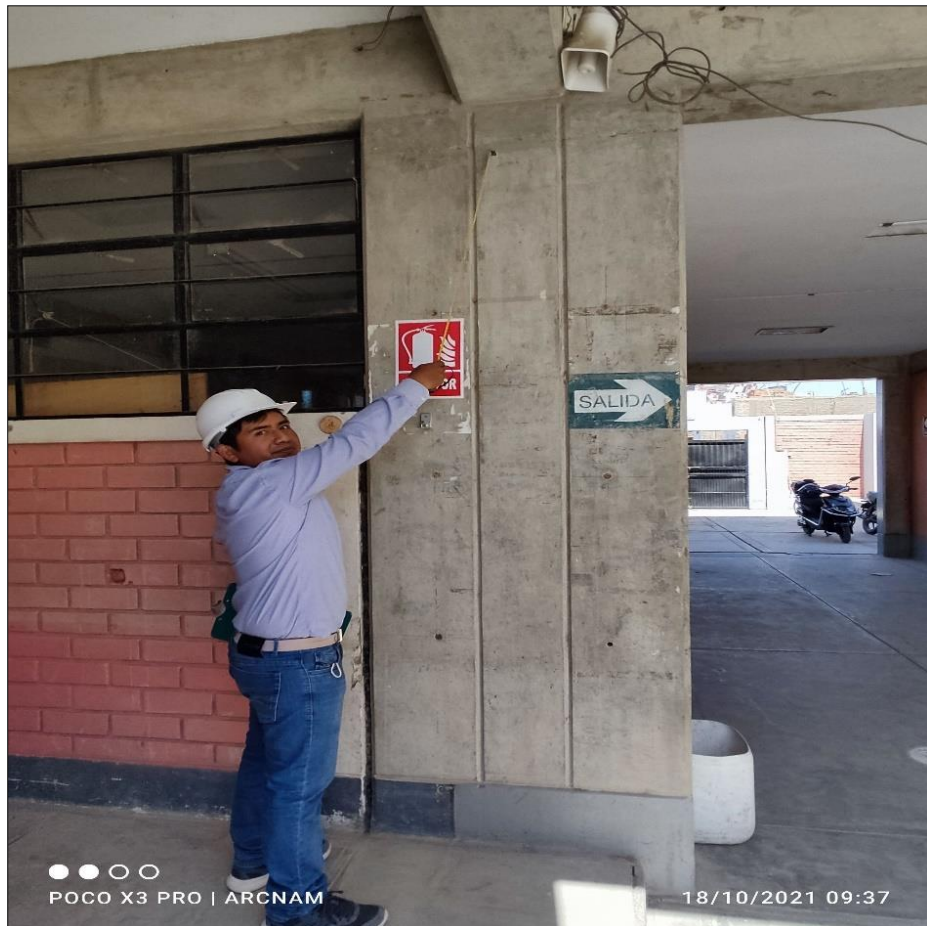


Fig.23 Sobrecimientos, muros y columnas en buen estado

Comentario: Se puede apreciar que cuenta con un cimiento corrido y sobre cimiento, este no

presenta humedad, también se puede apreciar que este bloque cuenta con una pendiente menor al 2% poco pronunciada, por lo que le daremos una clasificación tipo “A” en concreto armado, para este parámetro.

➤ Parámetro 5. Diafragmas horizontales.

La calidad del sistema de piso de resistencia es de gran importancia al afectar el funcionamiento normal del elemento de resistencia vertical.

A. Edificación con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

- Ausencia de planos a desnivel
- La deformabilidad del diafragma es despreciable (ideal de concreto)
- La conexión entre el diafragma y elementos estructurales es eficaz.

B. Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

C. Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A

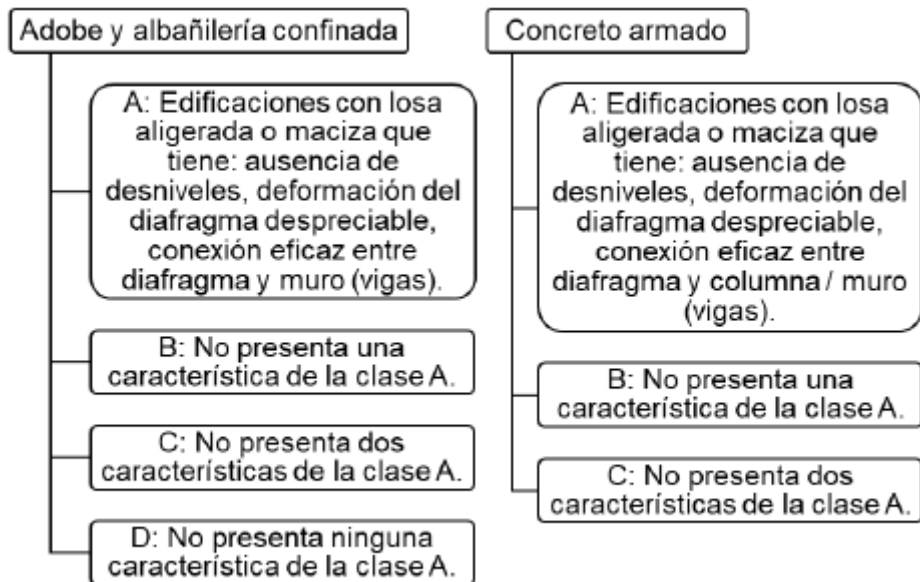


Fig.24 Clasificación del parámetro 5.



Fig.25 Buena conexión de diafragma con elementos verticales.



Fig.26 Buena conexión de diafragma con muro portante en aula 02.

Comentario: Se aprecia una correcta conexión de diafragmas con muros portantes, columnas y vigas, este no presenta deformidad; cuenta con losa aligerada y carece de desniveles, por lo que se le dará una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 6. Configuración en planta.

El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma del edificio. La asignación de posibles edificios se puede explicar definiendo los parámetros $\beta_1 = a / L$ y $\beta_2 = b / L$, donde:

a: Representa la dimensión menor del edificio.

L: Representa la dimensión mayor del edificio.

b: Representa la dimensión de los elementos que sobresalgan de las dimensiones principales a y L de la planta.

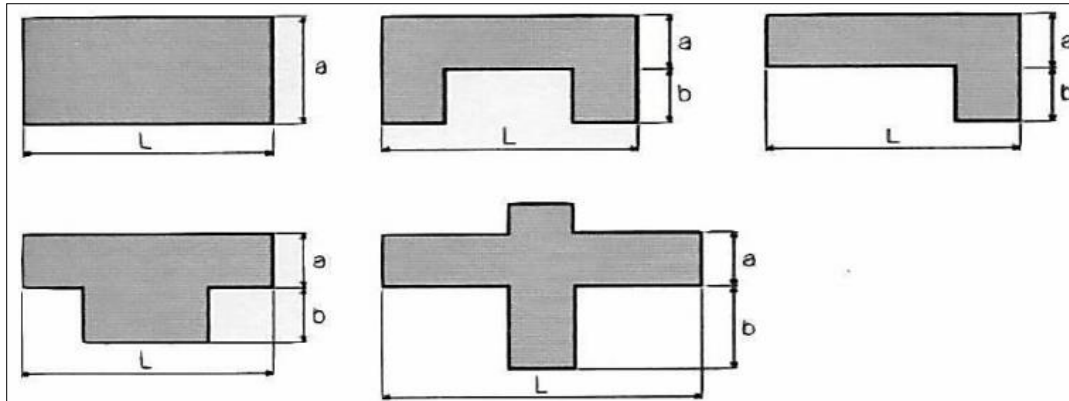


Fig.27 Clasificación para la configuración en planta de la estructura.

Fuente: Mena [14]

Este método evalúa el estado de simetría en el plano del edificio. Cuando el tamaño del plano es similar a una sección cuadrada, se recomienda el valor máximo del parámetro sin necesidad de protuberancias adicionales y penaliza las secciones excesivamente largas o protuberancias excesivamente grandes, que pueden dar lugar a edificios El problema de torsión en las esquinas y las plantas y tensiones en los elementos se concentran en lugares alejados del centro de gravedad y rigidez. Y las categorías de parámetros se definen de la siguiente manera:

- A. Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.1$.
- B. Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.25$.
- C. Edificio con $0.4 > \beta_1$ o $0.25 < \beta_2$

Comentario: Ya que nuestro edificio presenta una sección cuadrada solo se tomarán los datos de $a = 7.90\text{m}$ y $L = 23.65$; entonces $B = a / L = 7.90/23.65 = 0.33$

Correspondiendo a una clasificación C.

➤ Parámetro 7. Configuración de elevación.

El desnivel de los edificios de concreto armado suele estar determinado por la configuración, como se muestra en las figuras adjuntas. Para evaluar este parámetro se consideran las dimensiones de H y T, y su relación se utiliza para evaluar este parámetro. Se puede entender fácilmente que este método evalúa ventajosamente la existencia de cambios excesivos en la calidad de dos pisos consecutivos. Por tanto, el cambio en la altura del edificio (es decir, el valor de la altura mínima obtenida de H-T y la altura máxima (H) del edificio) se utiliza para la evaluación de este parámetro. El valor de este parámetro se obtiene calculando RL, que es la relación entre las dos alturas o la altura media del edificio.

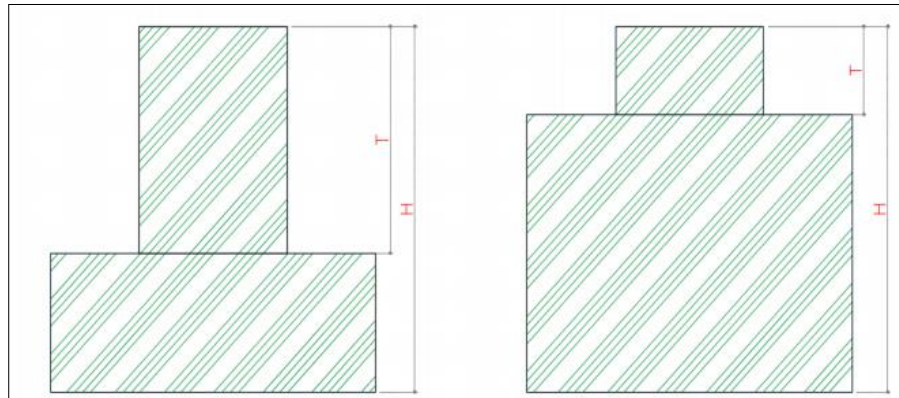


Fig.29 Clasificación de configuración para elevación de la estructura

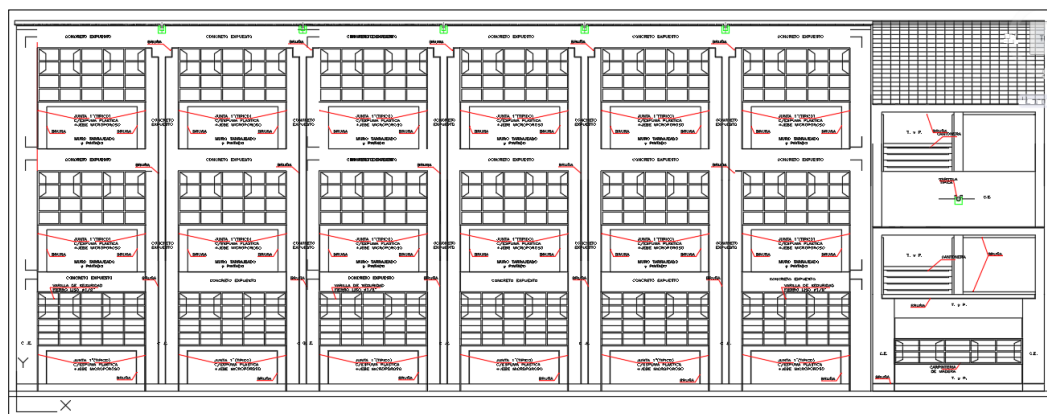


Fig.30 Configuración de elevación de la estructura.

- A. Edificio con $RL > 0.66$
- B. Edificio con $0.33 < RL \leq 0.66$
- C. Edificio con $RL \leq 0.33$ Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

Comentario: Al considerar que no existe una relación en la elevación entre t y h, este será igual a 1, por lo que se asignará una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 8. Distancia máxima entre muros o columnas.

Para edificaciones de concreto armado, analiza los tipos de conexiones entre elementos clave y destaca la importancia de las conexiones viga-columna o losa-columna-columna, por lo que consideraremos determinar la existencia y año de construcción de las recomendaciones técnicas.

A. Año de construcción mayor 1997 y con asistencia técnica.

B. Año de construcción menor 1997 y con asistencia técnica.

C. Sin asistencia técnica.

Comentario: Debido a que esta edificación cuenta con un año de construcción no mayor a los 15 años, se le asignara una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 9. Tipo de cubierta.

Para proyectos en los que estamos utilizando hormigón armado, el tipo de cubierta tiene una influencia muy importante en el comportamiento sísmico del edificio, y factores como su tipo y peso determinan este comportamiento. Según la observación de campo, se pueden observar dos tipos de revestimientos: Eternit y calamina. Y la combinación entre estos.

A. Cubierta estable debidamente amarrada a las vigas con conexiones adecuadas y material liviano. Edificación con cubierta plana.

B. Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones.

C. Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel



Fig.31 Se aprecia correcta unión entre la losa y vigas.

Comentario: Para este parámetro, estableceremos una clasificación “A”, debido a que nuestra cubierta, se encuentra de manera correcta unida con las vigas, sin presentar deformaciones.

➤ Parámetro 10. Elementos no estructurales.

Este parámetro tiene en cuenta la presencia de balcones, cornisas, barandas, tanques de agua elevados o cualquier otro elemento no estructural que pueda ocasionar daños. Este es el segundo parámetro utilizado para la evaluación de la vulnerabilidad.

A. Edificación que no contenga elementos no estructurales mal conectados al sistema resistente.

B. Edificio con parapetos mal conectados al sistema resistente.

C. Edificio que presenta tanques de agua o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal conectado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal construido, que se pueden desplomar en caso de un evento sísmico. Edificios con balcones.



Fig.32 Parte interna de aulas, en buen estado



Fig.33 Elementos no estructurales empotrados.

Comentario: como se observa en las figuras presentadas previamente, podemos determinar que los elementos no estructurales se encuentran correctamente anclados o empotrados por lo que este parámetro será asignado con una clasificación “A”:

➤ Parámetro 11. Estado de conservación.

Para estos últimos, este parámetro completamente subjetivo demuestra visualmente la existencia de daños internos estructurales e irregularidades que pueden ser causadas por fallas en el proceso constructivo.

A. Buen estado.

B. Ligeramente dañado.

C. Mal estado de conservación.



Fig.34 Fisuras en unión de columnas con vigas del primer nivel.



Fig.35 Fisuras en vigas del primer nivel



Fig.36 Fallas en tarrageo del primer nivel.

Comentario: En este parametro le asignaremos una clasificacion “B” ya que a pesar que no es una edificacion con mucha antigüedad, esta presenta algunas fallas con respecto al proceso constructivo.

TABLA VIII. RESUMEN DE AULAS 01, 02 Y 03

Clasificación	A	B	C
Parámetro 1. Organización del sistema resistente.	X		
Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.	X		
Parámetro 3. Resistencia Convencional.	X		
Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.	X		
Parámetro 5. Diafragmas horizontales.	X		
Parámetro 6. Configuración en planta.			X
Parámetro 7. Configuración de la elevación.	X		
Parámetro 8. Separación máxima entre muros.	X		
Parámetro 9. Tipos de cubierta.	X		
Parámetro 10. Elementos no estructurales.	X		
Parámetro 11. Estado de conservación.		X	

3.2.2 Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 04, 05 y 06.

➤ Parámetro 1. Organización del sistema resistente.

Se determinará la clasificación para este parámetro de la misma manera que se realizó para el nivel anterior.



Fig.37 Se aprecia correcta unión entre columnas vigas y muros del segundo nivel.

Comentario: Por ser una edificación con un año de construcción mayor a 1997 y un correcto proceso constructivo, se le atribuirá una clase “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.



Fig.38 Correcto proceso constructivo del segundo nivel.

Comentario: De la misma manera para el segundo nivel le asignaremos una clasificación “A” para este parámetro, debido a su año de construcción y correcto proceso constructivo.

➤ Parámetro 3. Resistencia Convencional

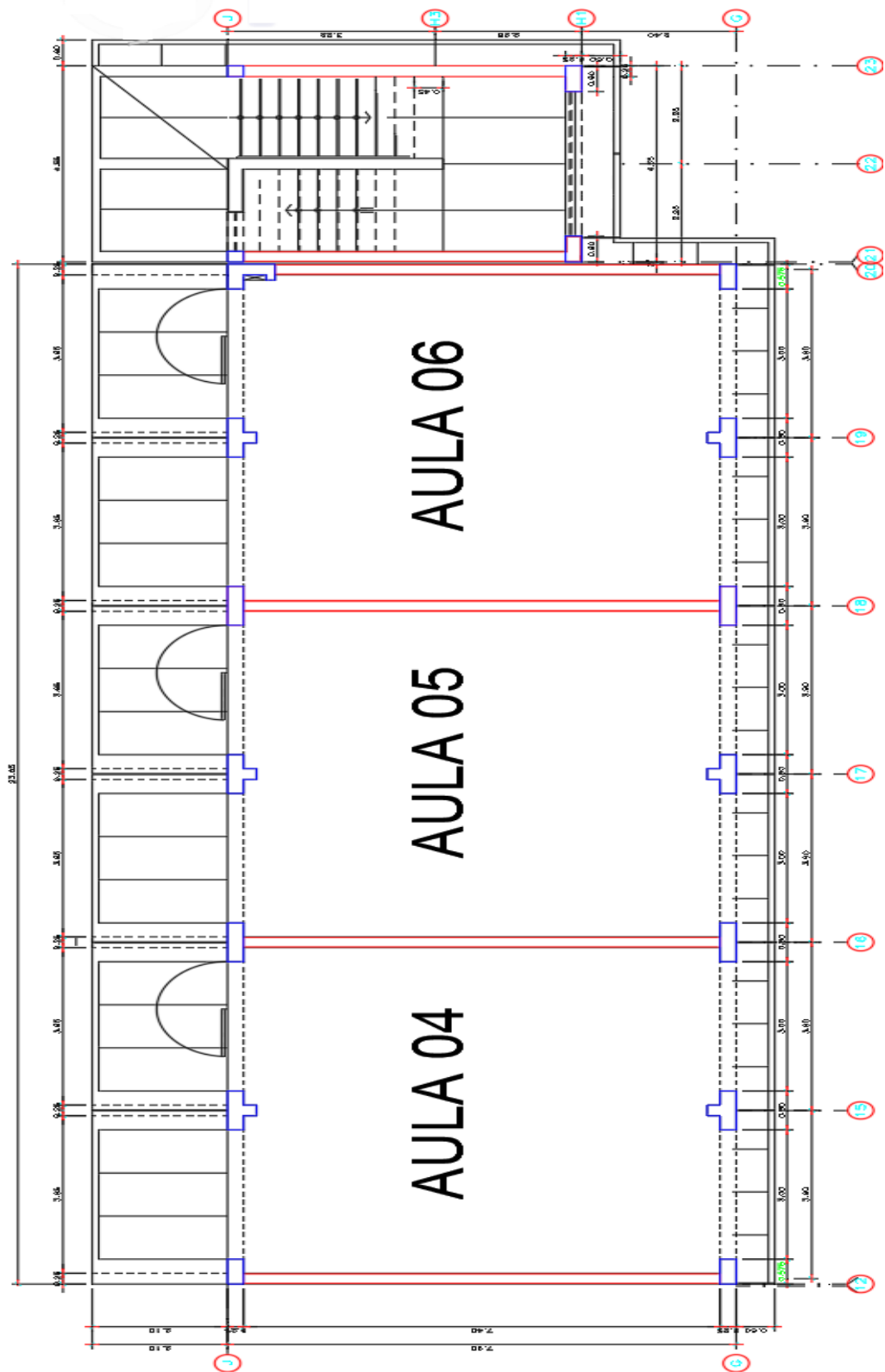


Fig.39 Distribución de muros en aulas 4, 5 y 6

Comentario: La clasificación para este parámetro, será “A” previamente determinado ya que el cálculo realizado fue para los 3 niveles de la institución educativa ya que sus muros portantes son verticalmente homogéneos.

➤ Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.



Fig.40 Se observa buen estado del segundo nivel.

Comentario: Debido a sus condiciones de cimentación y años de construcción se le asignara una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 5. Diafragmas horizontales



Fig.41 Unión de diafragmas con elementos estructurales.

Comentario: Para este parámetro se le asignara una clasificación “A”, gracias a que su diafragma del segundo nivel no presenta deformidades.

➤ Parámetro 6. Configuración de planta.

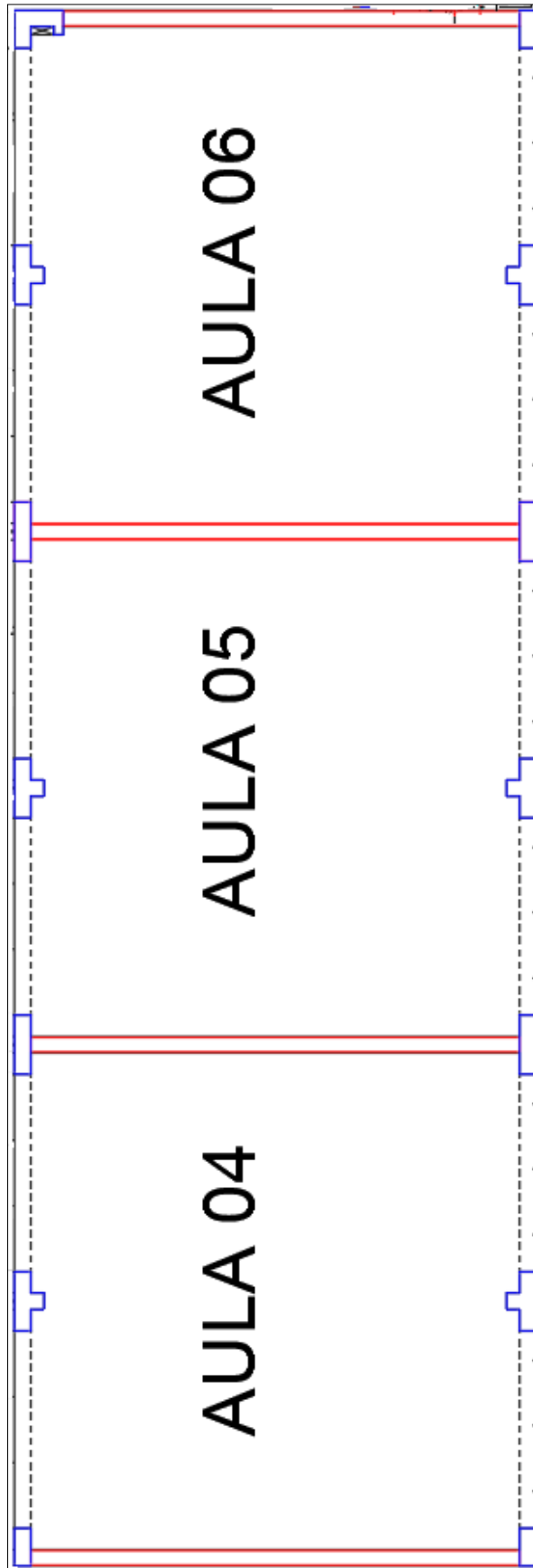


Fig.42 Configuración de planta del segundo nivel.

Comentario: Como se determinó previamente para esta edificación debido a ser una sección cuadrada y al cálculo efectuado llevara una clasificación “C” para este parámetro.

➤ Parámetro 7. Configuración de elevación.

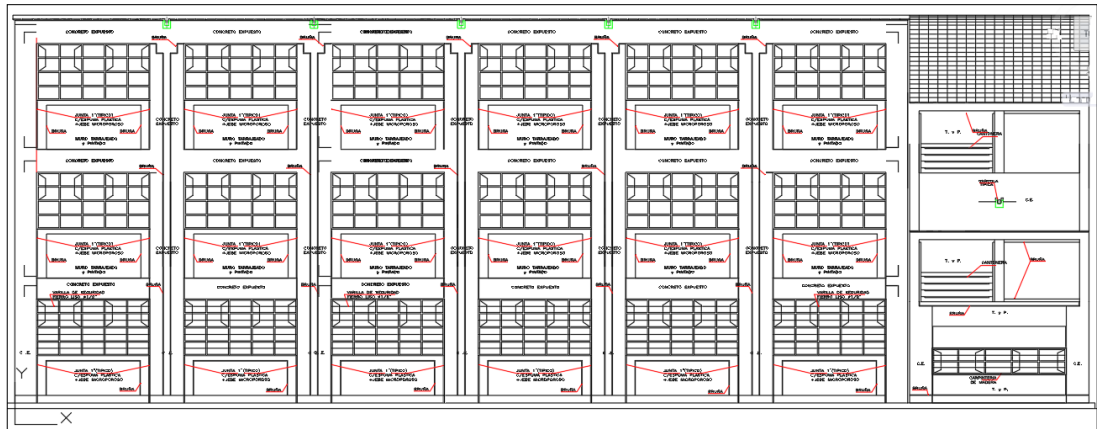


Fig.43 Configuración de elevación de la estructura para evaluar aulas 4, 5 y 6

Comentario: Como se determinó previamente, ya que la edificación es verticalmente homogénea se le estableció una clasificación “A”, para este parámetro.

➤ Parámetro 8. Distancia máxima entre muros y columnas.

Para este parámetro asignaremos una clasificación “A”, ya que como fue construido después del año 1997, se le considera que contó con una asistencia técnica.

➤ Parámetro 9. Tipo de cubierta.



Fig.44 Se observa correcta unión entre losas vigas y columnas.

Comentario: Se le asignara una clasificación “A” para este parámetro, ya que su cubierta se encuentra correctamente unida con las vigas, sin presencia de deformaciones o pandeo.

➤ Parámetro 10. Elementos no estructurales.



Fig.45 Presencia de elementos no estructurales-equipamiento de aulas

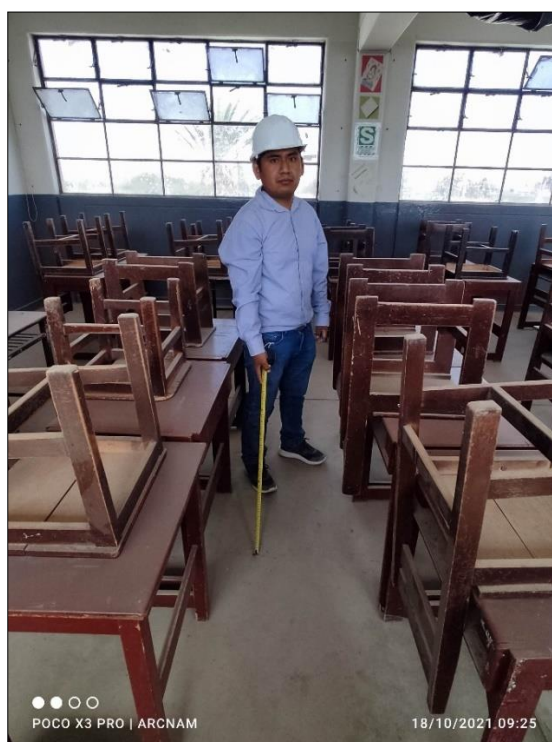


Fig.46 Elementos no estructurales del segundo nivel.

Comentario: Ya que nuestros elementos no estructurales del segundo nivel se encuentran distribuidos con cuidado y empotrados correctamente, le daremos una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 11. Estados de conservación.



Fig.47 Fisuras en losas del segundo nivel.



Fig.48 Fisura en viga peraltada del segundo nivel.

Comentario: Para este parámetro debido a algunas fisuras que presenta el segundo nivel, se determinará una clasificación “B”.

TABLA IX. RESUMEN DE AULAS 04, 05 Y 06

Clasificación	A	B	C
Parámetro 1. Organización del sistema resistente.	X		
Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.	X		
Parámetro 3. Resistencia Convencional.	X		
Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.	X		
Parámetro 5. Diafragmas horizontales.	X		
Parámetro 6. Configuración en planta.			X
Parámetro 7. Configuración de la elevación.	X		
Parámetro 8. Separación máxima entre muros.	X		
Parámetro 9. Tipos de cubierta.	X		
Parámetro 10. Elementos no estructurales.	X		
Parámetro 11. Estado de conservación.		X	

3.3.3. Determinando Vulnerabilidad sísmica del aula 07, 08 y 09.

➤ Parámetro 1. Organización del sistema resistente.



Fig.49 Se aprecia unión adecuada entre elementos estructurales del tercer nivel.

Comentario: Para este tercer nivel se le asignara una clasificación “A”, ya que cumple con esta condición respecto a su año de construcción y correcto proceso constructivo.

➤ Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.



Fig.50 Se aprecia un buen estado de los muros

Comentario: De la misma manera, debido a que esta edificación fue construida luego de 1997, se le asignara una clasificación “A”.

➤ Parámetro 3. Resistencia Convencional

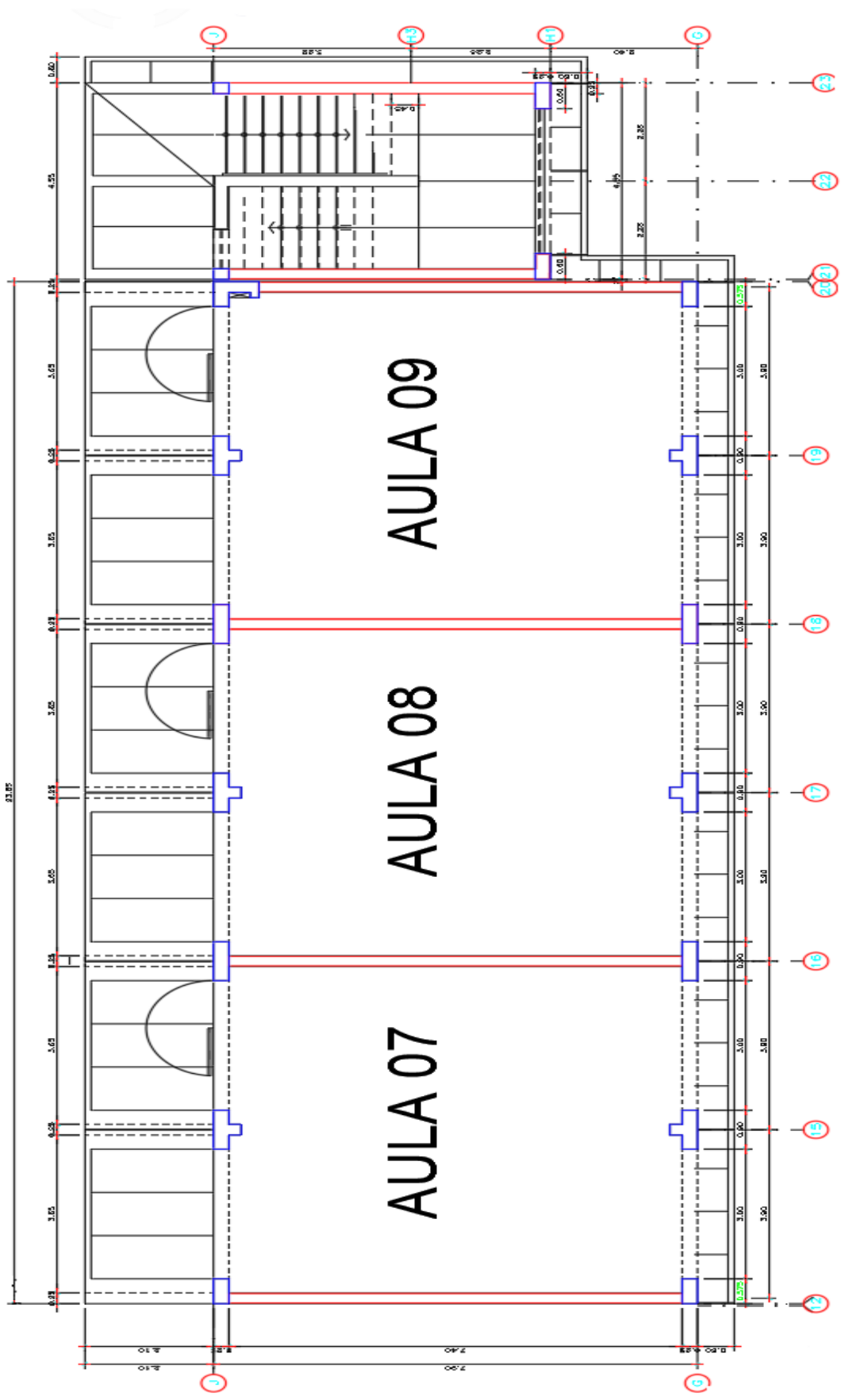


Fig.51 Distribución del tercer nivel.

Comentario: La clasificación para este parámetro, será “A” previamente determinado ya que el cálculo realizado fue para los 3 niveles de la institución educativa ya que sus muros portantes son verticalmente homogéneos.

➤ Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.



Fig.52 Buen estado de unión entre columnas y vigas del tercer nivel

Comentario: De la misma manera se le asignara una clasificación “A” para este parámetro, en el tercer nivel.

➤ Parámetro 5. Diafragmas horizontales



Fig.53 Correcta unión de diafragmas del tercer nivel con vigas.

Comentario: Se puede observar que los diafragmas se encuentran correctamente unidos a

las vigas por lo que no presentaría deformaciones, generando una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 6. Configuración de planta.

Para este parámetro de la misma manera que los dos posteriores, asignaremos una clasificación “C”, ya que la estructura presenta la misma configuración de planta.

➤ Parámetro 7. Configuración de elevación.

De la misma manera que los dos anteriores nuestra configuración de elevación se le asignara una clasificación “A”.

➤ Parámetro 8. Distancia máxima entre muros y columnas.

Para este parámetro asignaremos una clasificación “A” debido a que su año de construcción es mayor a 1997.

➤ Parámetro 9. Tipo de cubierta.



Fig.54 Se aprecia el techo del tercer nivel.

Comentario: Se puede apreciar un correcto proceso constructivo ya que nuestro techo se encuentra unido con las vigas sin presentar deformaciones, por lo que se asignara una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 10. Elementos no estructurales.

En la figura 48. Se puede apreciar los elementos no estructurales correctamente empotrados, a una altura promedio por lo que no presentarían un riesgo durante un siniestro, por lo que podríamos asignar una clasificación “A” para este parámetro.

➤ Parámetro 11. Estados de conservación.



Fig.55 Se observa grieta en las vigas secundarias de los muros del tercer nivel.

Comentario: ya que el tercer nivel se encuentra sin daños considerables, solo algunos arquitectónicos, con ello podemos establecer una clasificación “A” para este parámetro.

TABLA X. RESUMEN DE AULAS 07, 08 Y 09

Clasificación	A	B	C
Parámetro 1. Organización del sistema resistente.	X		
Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.	X		
Parámetro 3. Resistencia Convencional.	X		
Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.	X		
Parámetro 5. Diafragmas horizontales.	X		
Parámetro 6. Configuración en planta.			X
Parámetro 7. Configuración de la elevación.	X		
Parámetro 8. Separación máxima entre muros.	X		
Parámetro 9. Tipos de cubierta.	X		
Parámetro 10. Elementos no estructurales.	X		
Parámetro 11. Estado de conservación.	X		

3.3 Determinando Índice de Vulnerabilidad.

En 2010, Rivera

Para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de concreto armado, primero considere las características más importantes que afectan el desempeño sísmico de la estructura y haga una tabla. [17, p. 53]. Después de evaluar cada parámetro, el factor de ponderación que se muestra en la figura siguiente se utilizará para realizar una suma ponderada para obtener el índice de vulnerabilidad final utilizando la siguiente fórmula:

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

TABLA XI. ESCALA NUMÉRICA DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD IV, PARA LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO (BENEDETTI Y PETRINI 1984)

	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Wi
1	Organización del sistema resistente	0	1	2	4.0
2	Calidad del sistema resistente.	0	1	2	1.0
3	Resistencia convencional	-1	0	1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1.0
5	Diafragmas horizontales	0	1	2	1.0
6	Configuración de planta	0	1	2	1.0
7	Configuración de elevación	0	1	3	2.0
8	Separación máxima entre muros	0	1	2	1.0
9	Tipo de cubierta	0	1	2	1.0
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1.0
11	Estado de conservación	0	1	2	1.0

Fuente: Rivera [17, p. 53]

TABLA XII. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE PARÁMETROS

Resumen de clasificación para los parámetros.				
	Parámetro	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
1	Organización del sistema resistente	A	A	A
2	Calidad del sistema resistente.	A	A	A
3	Resistencia convencional	A	A	A
4	Posición del edificio y cimentación	A	A	A
5	Diafragmas horizontales	A	A	A
6	Configuración de planta	C	C	C
7	Configuración de elevación	A	A	A
8	Separación máxima entre muros	A	A	A
9	Tipo de cubierta	A	A	A
10	Elementos no estructurales	A	A	A
11	Estado de conservación	B	B	A

TABLA XIII. VALORES DE PARÁMETROS OBTENIDOS

Método de Benedetti - Petrini				
Parámetro	Descripción	Clase	Ki	Peso (Wi)
1	Organización del sistema resistente	A	0	4.0
2	Calidad del sistema resistente.	A	0	1.0
3	Resistencia convencional	A	-1	1.0
4	Posición del edificio y cimentación	A	0	1.0
5	Diafragmas horizontales	A	0	1.0
6	Configuración de planta	C	2	1.0
7	Configuración de elevación	A	0	2.0
8	Separación máxima entre muros	A	0	1.0
9	Tipo de cubierta	A	0	1.0
10	Elementos no estructurales	A	0	1.0
11	Estado de conservación	B	1	1.0

➤ Finalmente determinando “Iv”:

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

$$I_v = 8.82 \%$$

TABLA XIV. INTERPOLACIÓN LINEAL PARA EL MÉTODO

Interpolación para el método	
0	0
Iv	Ivn
94.12	100

Fuente: Mena [14]

Siendo Iv=8.82%, mediante regla de tres simple tomando en consideración la tabla 6 se obtiene el valor de:

$$I_{vn} = \frac{8.82 \times 100}{94.12}$$

$$I_{vn} = 9.37\%$$

3.4 Verificación de hipótesis.

3.4.1 Verificación de hipótesis específicas.

a) La calidad del sistema existente influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

Contrastación.

Influye notablemente la calidad y/o tipo de sistema estructural existente, puesto permite clasificar la estructura en base a las 3 categorías las que se encuentran en función de dos factores: el tipo de materiales que componen la mampostería, la forma de los elementos

y la homogeneidad de materiales y fragmentos, y así sentar las bases para el procedimiento.

- b) La resistencia convencional de la estructura influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

Contrastación.

La resistencia convencional (parámetro 3) influye notablemente puesto los muros portantes o elementos estructurales verticales determinan un valor muy importante en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica por la gran cantidad de valores estructurales y sísmicos que parten de su configuración estructural y de la ubicación de la estructura que se ha estudiado.

- c) La configuración de los elementos estructurales de la estructura influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

Contrastación.

Influye notablemente la configuración de elementos estructurales, puesto que, estudia lo respecto a la verticalidad y homogeneidad de la estructura, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la estructura.

3.4.2 Verificación de hipótesis general.

- La aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini influye en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica – 2021.

Contrastación.

Influye notablemente, pues el método de Benedetti – Petrini nos permitió definir la situación real de la edificación, determinando los parámetros establecidos por el método, para definir su vulnerabilidad sísmica de manera cuantificable, siendo esta sísmica $I_{vn}=9.37\%$, con un carácter de vulnerabilidad BAJA.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- a) La calidad de sistema adecuada con respecto al tipo de edificación es un parámetro estructuralmente importante, con respecto al índice de vulnerabilidad sísmica, ya que nos permitió conocer el estado de la estructura, el cual es aceptable.
- b) La resistencia convencional de la estructura establece valores para los elementos estructurales verticales y estos influyen considerablemente en la vulnerabilidad sísmica puesto es una de las características primordiales y la que le da la característica diferencial de ser concreto.
- c) La configuración de elementos estructurales tanto en planta como elevación, brindan homogeneidad y simetría a la estructura, siendo este un parámetro considerable dentro de la evaluación de vulnerabilidad sísmica.
- d) Aplicando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, se obtuvo un valor de la vulnerabilidad sísmica $I_{vn}=9.37\%$, podemos establecer que este cuenta con una vulnerabilidad sísmica BAJA, ya que esta se encuentra en $0 < 9.37 \leq 20$ según la siguiente tabla de rangos de vulnerabilidad sísmica.

TABLA XV. RANGOS DE ÍNDICES VULNERABILIDAD SÍSMICA.

Vulnerabilidad	Vulnerabilidad
$0 < I_v \text{ norm. } < 20$	BAJA
$20 \leq I_v \text{ norm. } < 40$	MEDIA
$I_v \text{ norm. } \geq 40$	ALTA

Fuente: Quispe [17]

V. CONCLUSIONES

- a) Se determinó la calidad del sistema existente y su influencia en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas. Teniendo una clasificación “A”.
- b) Se determinó la influencia de la resistencia convencional de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas. Teniendo una clasificación predominante “A”, salvo en la configuración en planta “C”.
- c) Se determinó la influencia de la configuración de los elementos estructurales de la estructura en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas. Teniendo una clasificación predominante “A”, salvo en los dos primeros pisos en el estado conservación “B”.
- d) Se determinó la influencia de la aplicación del método del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón de aulas 01 al 09 de la I.E. Fray Ramón Rojas, determinando el valor de la vulnerabilidad sísmica $I_{vn}=9.37\%$, teniendo una tendencia de la vulnerabilidad sísmica de la edificación BAJA, ya que fue el tema principal de desarrollo para llegar al valor cuantificable, lo cual fue descrito en el desarrollo de la tesis.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Todas las edificaciones deberían de contar con asesoría técnica y profesional adecuada con respecto al tipo de edificación a desarrollar, puesto se debe determinar la calidad de sistema de manera adecuada, si las estructuras presentan fisuras aplicar la solución 1 o si se presentan grietas aplicar la solución 2 explicadas en el punto 8.1.
- b) Considerar las áreas óptimas con respecto a la resistencia convencional estructural, puesto este parámetro es muy relevante dentro de la evaluación de vulnerabilidad sísmica.
- c) Considerar una configuración de elementos estructurales sin cambios muy drásticos con respecto a la verticalidad homogénea y de planta.
- d) Se recomienda realizar evaluaciones de la vulnerabilidad sísmica de los Centros Educativos y edificaciones de categoría A, para determinar su situación actual, bajo el método de Benedetti y Petrini.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Consejo Nacional de Educación, «Proyecto Educativo Nacional al 2021. La educación que queremos para el Perú», *CNE*, Lima, 2006.
- [2] Y. Campana, D. Velasco, J. Aguirre, y E. Guerrero, «Inversión en infraestructura educativa: una aproximación a la medición de sus impactos a partir de la experiencia de los colegios emblemáticos», *Consortio de Investigación Económica y Social.*, Lima, 2014.
- [3] A. Alzate, «Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Viterbo, Caldas», la Universidad Libre Seccional Pereira, 2017.
- [4] H. Cubas y G. Rangel, «Vulnerabilidad sísmica de los centros de salud del distrito de Jaén», Universidad Nacional De Jaén, 2019.
- [5] R. Hernández, R. Fernández, y Baptista, *Metodología de la Investigación*. México, 2014.
- [6] Google Earth, «I.E. Fray Ramón Rojas, distrito de Santiago, provincia de Ica, Ica», 2021. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/kds6c>. [Accedido: 12-mar-2021].
- [7] ColorfulMaker.com, «Genera Grafico De Mapa De Peru », *paintmaps.com*, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://paintmaps.com/es/grafico-de-mapa/171/grafico-de-mapa-de-Peru>. [Accedido: 12-mar-2021].
- [8] INEI, «CONOCIENDO ICA», *proyectos.inei.gob.pe*, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/est/lib0270/cap-2.htm>. [Accedido: 12-mar-2021].
- [9] G. Valderrama, «Mapa del departamento de Ica», 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.perutoptours.com/index10icmap.html>.
- [10] Escale, «Fray Ramón Rojas», *escale.minedu.gob.pe*, 2020. [En línea]. Disponible en: http://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod_mod=0275560&anexo=0. [Accedido: 12-mar-2021].
- [11] Canon, «CANON Cámara Canon Mirrorless EOS M200 con Lente EF-M 15-45 mm IS STM », *Falabella.com.pe*, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://n9.cl/aafr>. [Accedido: 12-mar-2021].
- [12] Garmin, «GEO GPS PERÚ: Oregon 750 », *geogpsperu.com*, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://www.geogpsperu.com/p/oregon-750-garmin.html>. [Accedido: 25-feb-2021].
- [13] Asus, «ASUS VivoBook», *x-kom.pl*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.x->

kom.pl/p/526542-notebook-laptop-156-asus-vivobook-15-x509fa-i3-8145u-8gb-2561tb.html.

- [14] U. Mena, «Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas», Universidad Politécnica De Cataluña, Cataluña, 2002.
- [15] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, *R.N.E. E.030 Diseño Sismorresistente*. Perú, 2018, p. 80.
- [16] R. Rivera, «Método del Índice de Vulnerabilidad», *Univ. Centroccidental Lisandro Alvarado*, vol. 2, pp. 38-60, 2010.
- [17] N. Quispe, *Evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de ayacucho*. 2004.

VIII. ANEXOS

8.1 Panel Fotográfico



Fig.56 Fisura vertical en la parte superior de sección de viga peraltada

Solución 1: Al ser fisuras las cuales son aberturas superficiales, se recomienda realizar lo siguiente: Se proceder a abrir un poco la fisura con una plancha cualquiera, luego se limpia de polvo y suciedad la zona, para posteriormente aplicar el producto Adhesivo sellador de poliuretano gris Topex o similar en toda la fisura, se espera que seque el producto y como último se procede a empastar y a seguir los demás pasos para respectivo pintado.



Fig.57 Fisura vertical en la sección de viga peraltada

Solución 1: Se sigue el mismo procedimiento que la figura 56, puesto es una fisura.



Fig.58 Fisura en la sección de viga peraltada

Solución 1: Se sigue el mismo procedimiento que la figura 56, puesto es una fisura.

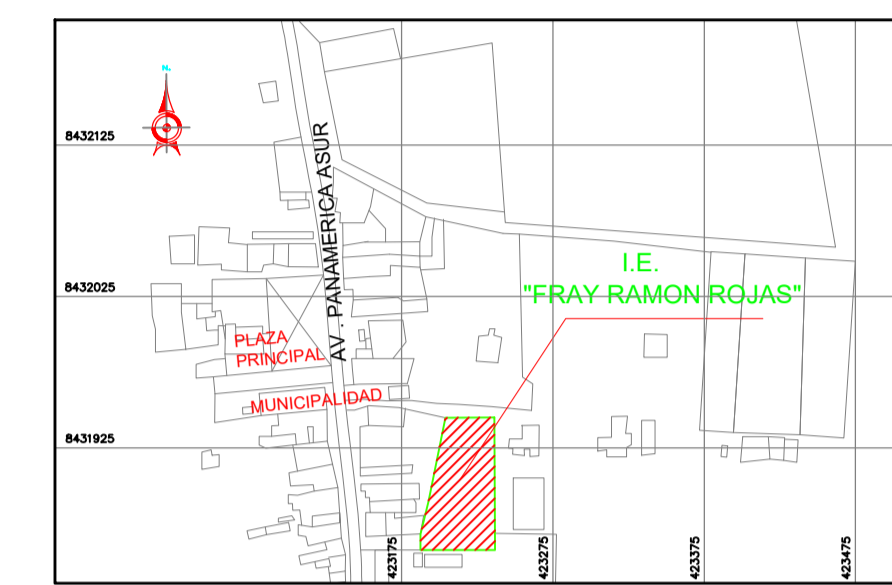
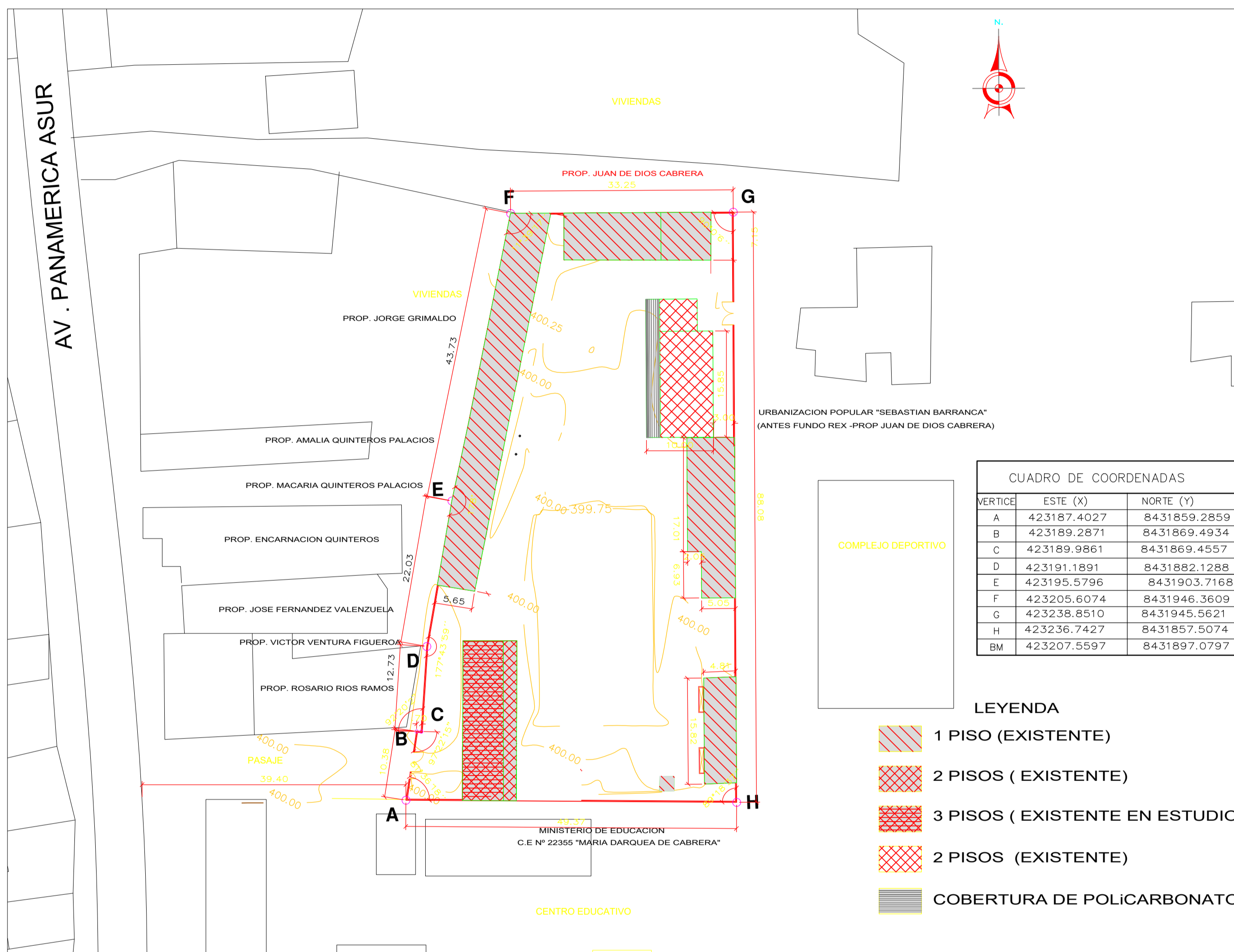


Fig.59 Grieta en la parte inferior de la losa aligerada-cruce entre columna y viga.

Solución 2: Como la presente abertura ya no es superficial, sino viene a ser una grieta que involucra el elemento estructural, se procede a picar toda la zona afectada hasta llegar al elemento estructural, luego se anclarán varillas de fierro corrugado de $\frac{1}{4}$ " de diámetro con una longitud de 20cm, las cuales tendrán un gancho de 5cm a cada lado para ser perforadas en el centro de la grieta, las cuales se colocarán a cada 20cm empezando desde arriba hacia abajo.

8.2 Relación de planos

- Ubicación - Localización (UL-01)
- Plantas de los 3 niveles (A-01)
- Elevación y Cortes (A-02)
- Elevación y Cortes (A-03)
- Plano de cimentación (E-01)



LOCALIZACION
1/5000

CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	423187.4027	8431859.2859
B	423189.2871	8431869.4934
C	423189.9861	8431869.4557
D	423191.1891	8431882.1288
E	423195.5796	8431903.7168
F	423205.6074	8431948.3609
G	423238.8510	8431945.5621
H	423236.7427	8431857.5074
BM	423207.5597	8431897.0797

- LEYENDA
- 1 PISO (EXISTENTE)
 - 2 PISOS (EXISTENTE)
 - 3 PISOS (EXISTENTE EN ESTUDIO)
 - 2 PISOS (EXISTENTE)
 - COBERTURA DE POLICARBONATO

UBICACION
1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



BACHILLER
BACH. ERICKS ANTONY LOPEZ CARHUAPUMA

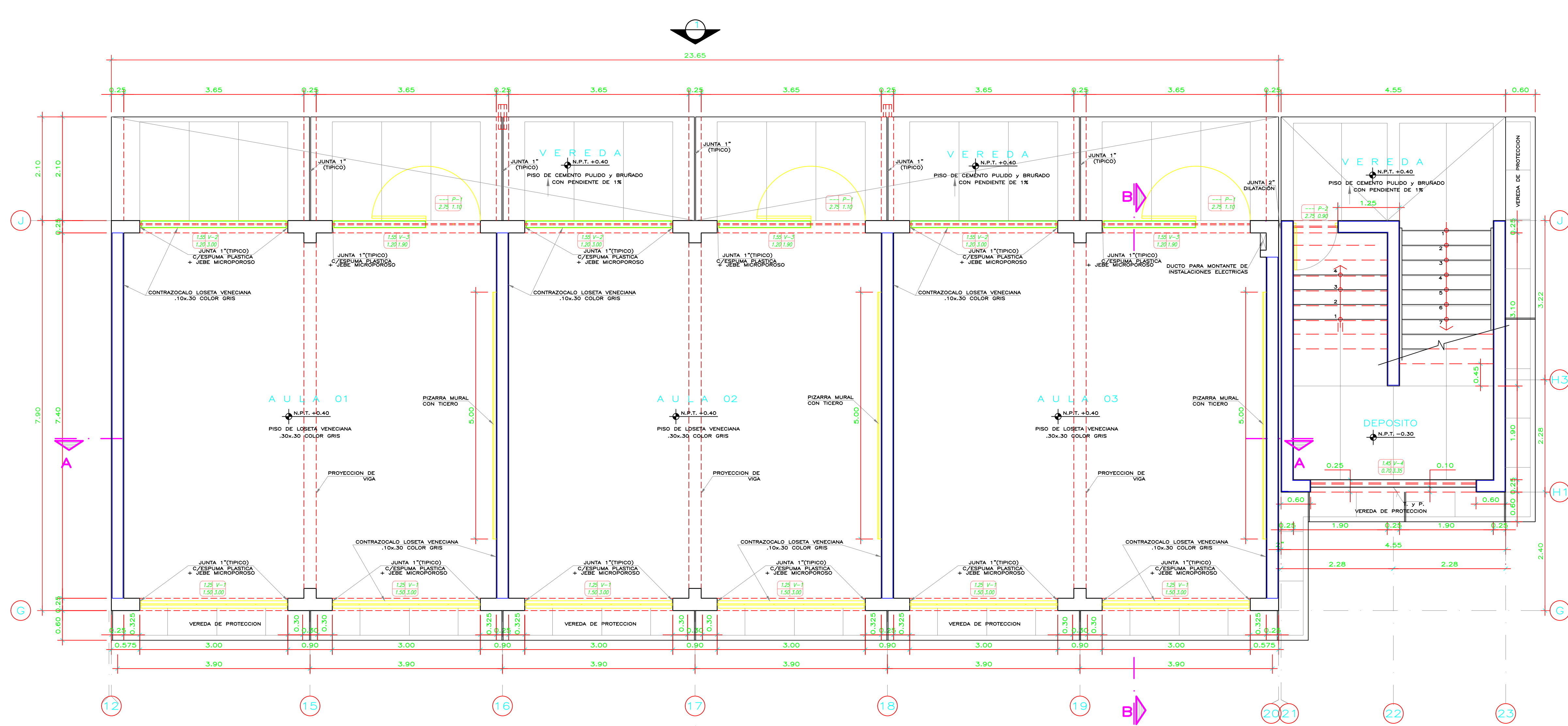
Tesis: "APLICACION DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. FRAY RAMON ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021"

Plano: **UBICACION - LOCALIZACION**



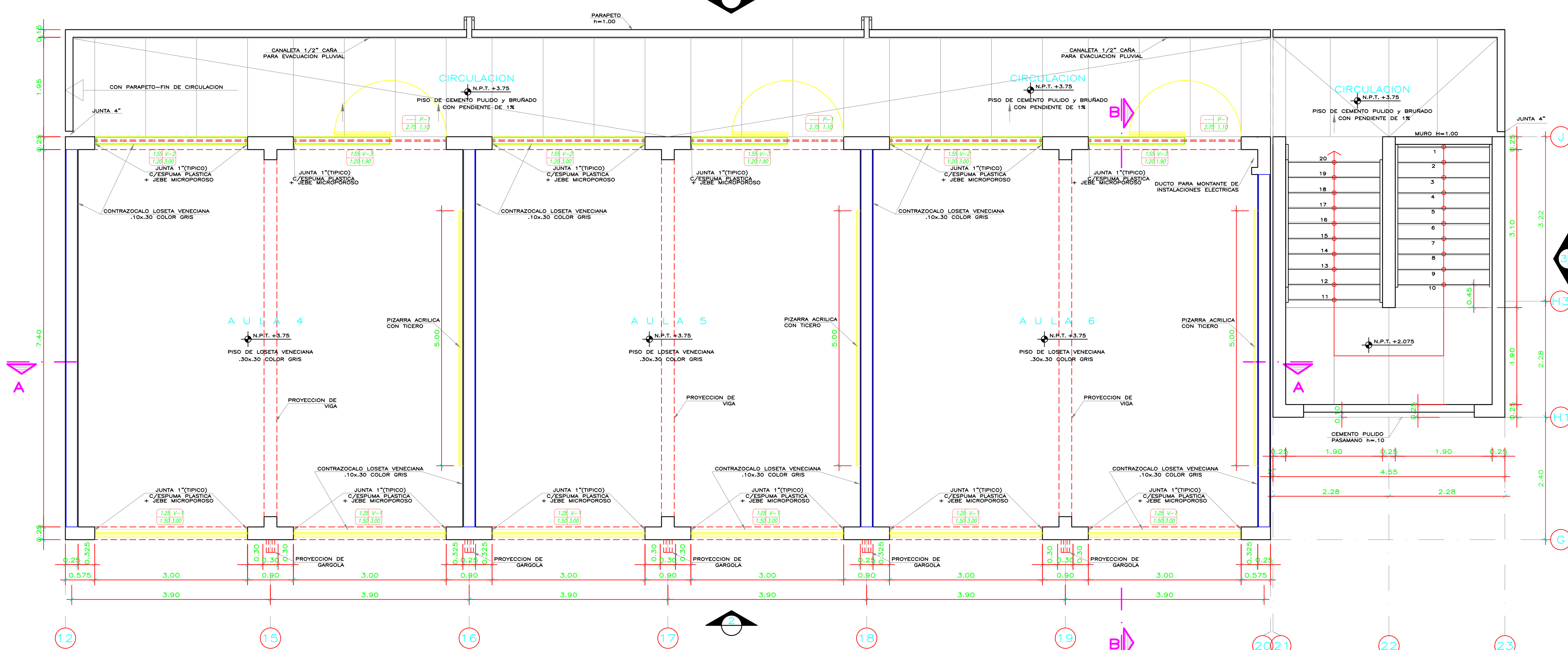
LAMINA:
UL-01

FECHA: ENERO 2022	DPTO: ICA	DIST: SANTIAGO
ESCALA: INDICADA	PROV: ICA	



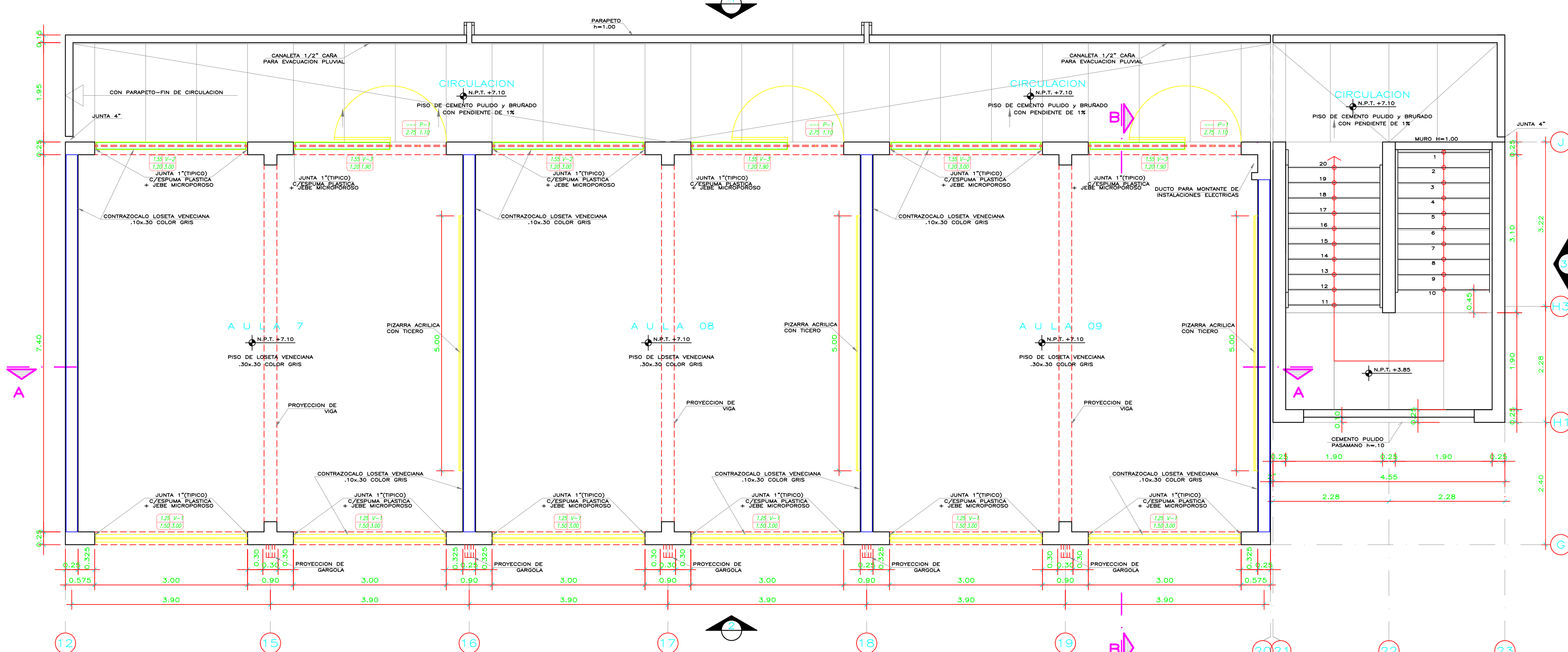
PRIMERA PLANTA

ESCALA: 1/250



SEGUNDA PLANTA

ESCALA: 1/250



TERCERA PLANTA

ESCALA: 1/250

AREA TECHADA	
236.56 m ²	1° PISO
186.85 m ²	2° PISO
186.85 m ²	3° PISO
610.26 m ²	TOTAL

NOTA -
 - VER ELEVACIONES Y CORTES EN LÁMINA A-B1-102
 - VER DESARROLLO DE ESCALERA Y CORTES EN LÁMINA DE-01
 - VER DETALLE DE CANALETAS EN LÁMINA DE-02

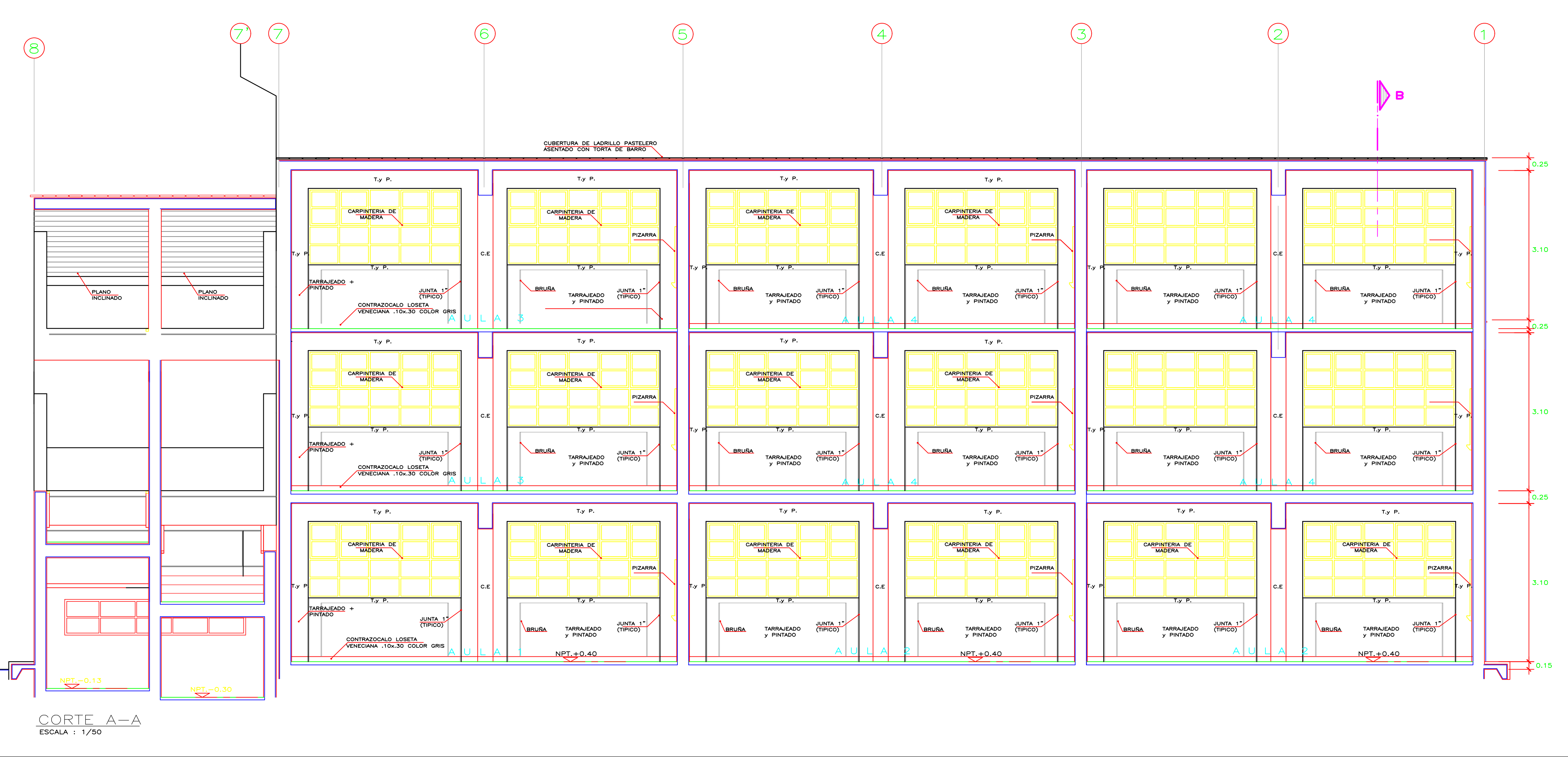
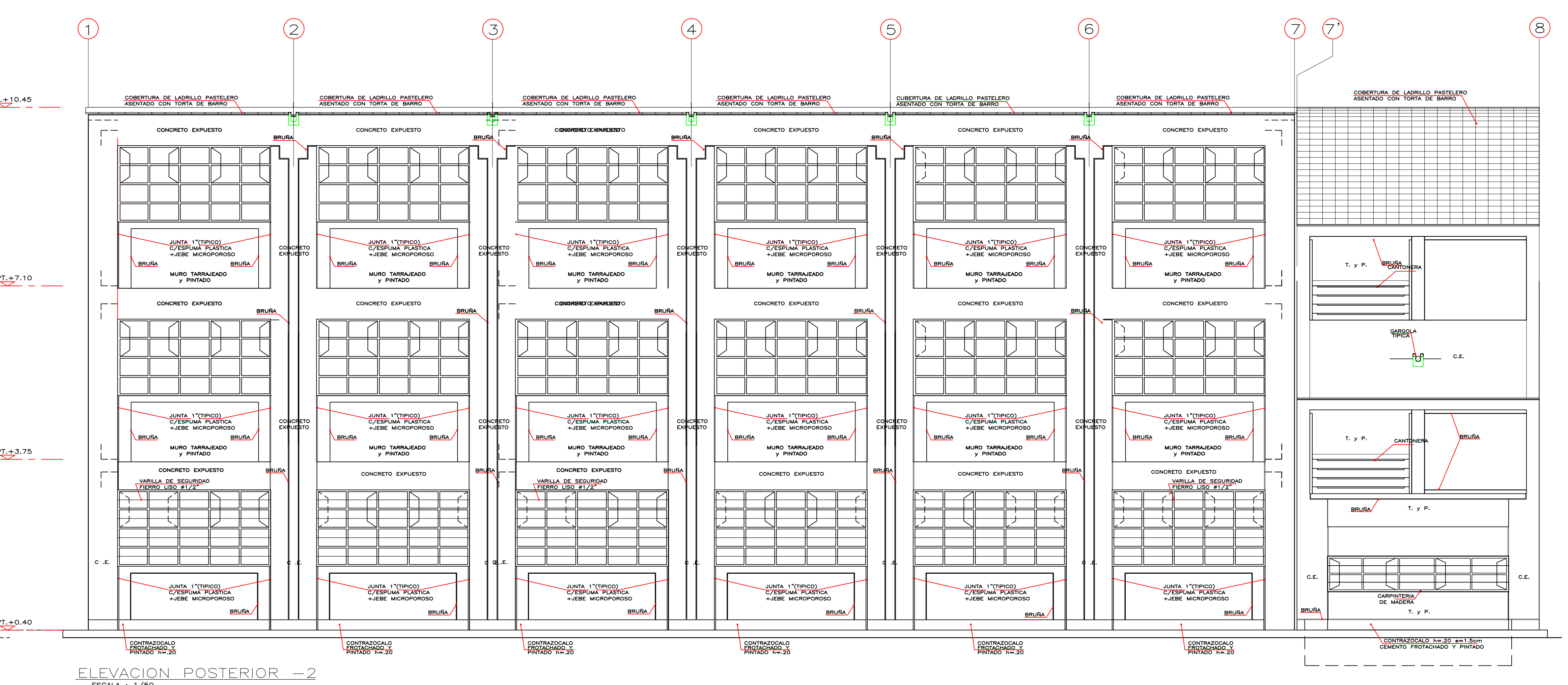
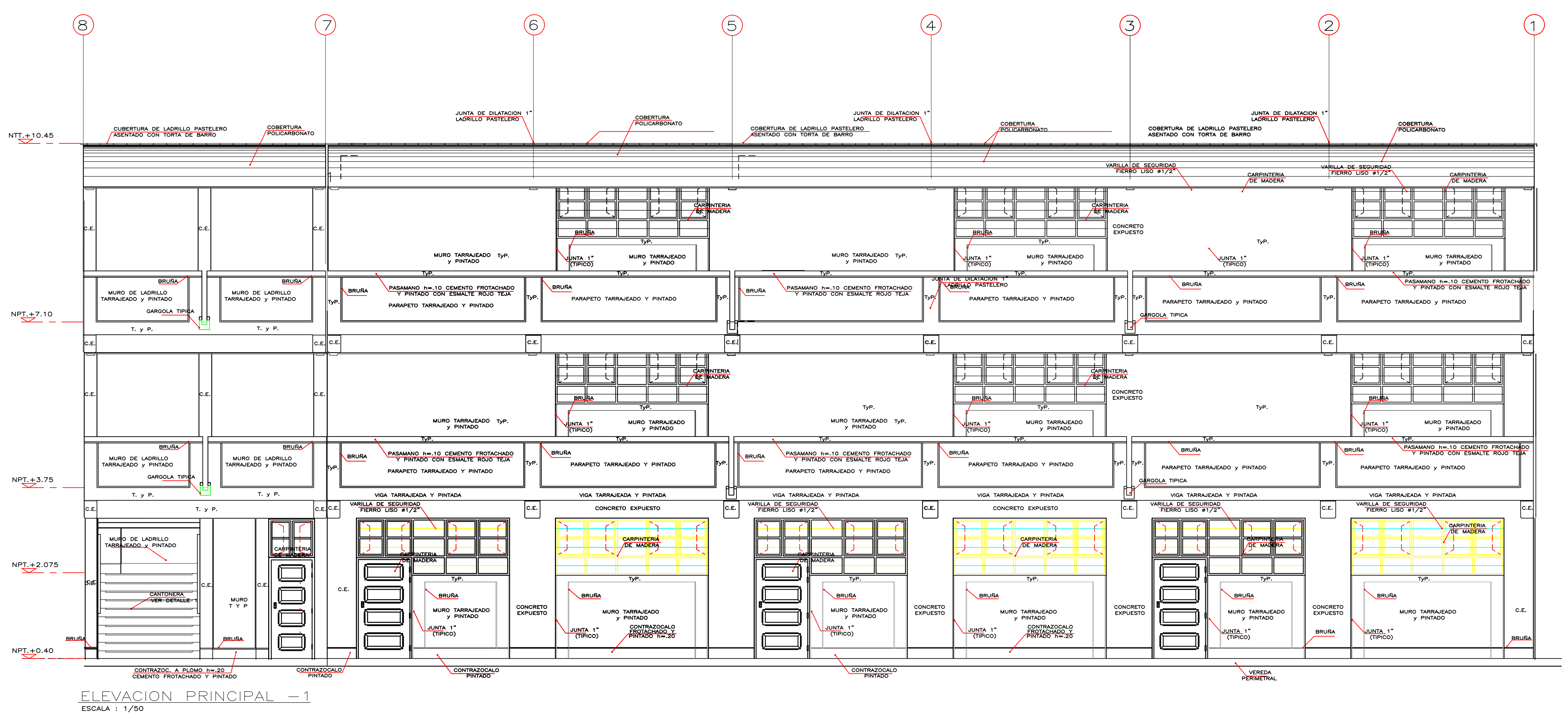
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO: "APLICACIÓN DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRONI PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. FRAY RAMON ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021"

PLANTAS DE LOS 3 NIVELES

ALUMNO: BACH. ERICK ANTONIO LOPEZ CARRIAPUMA	FECHA: ENERO 2022	DISEÑO: ICA	DIRECCION: SANTIAGO
ESCALA: INDICADA	PROY.: ICA		

A-01



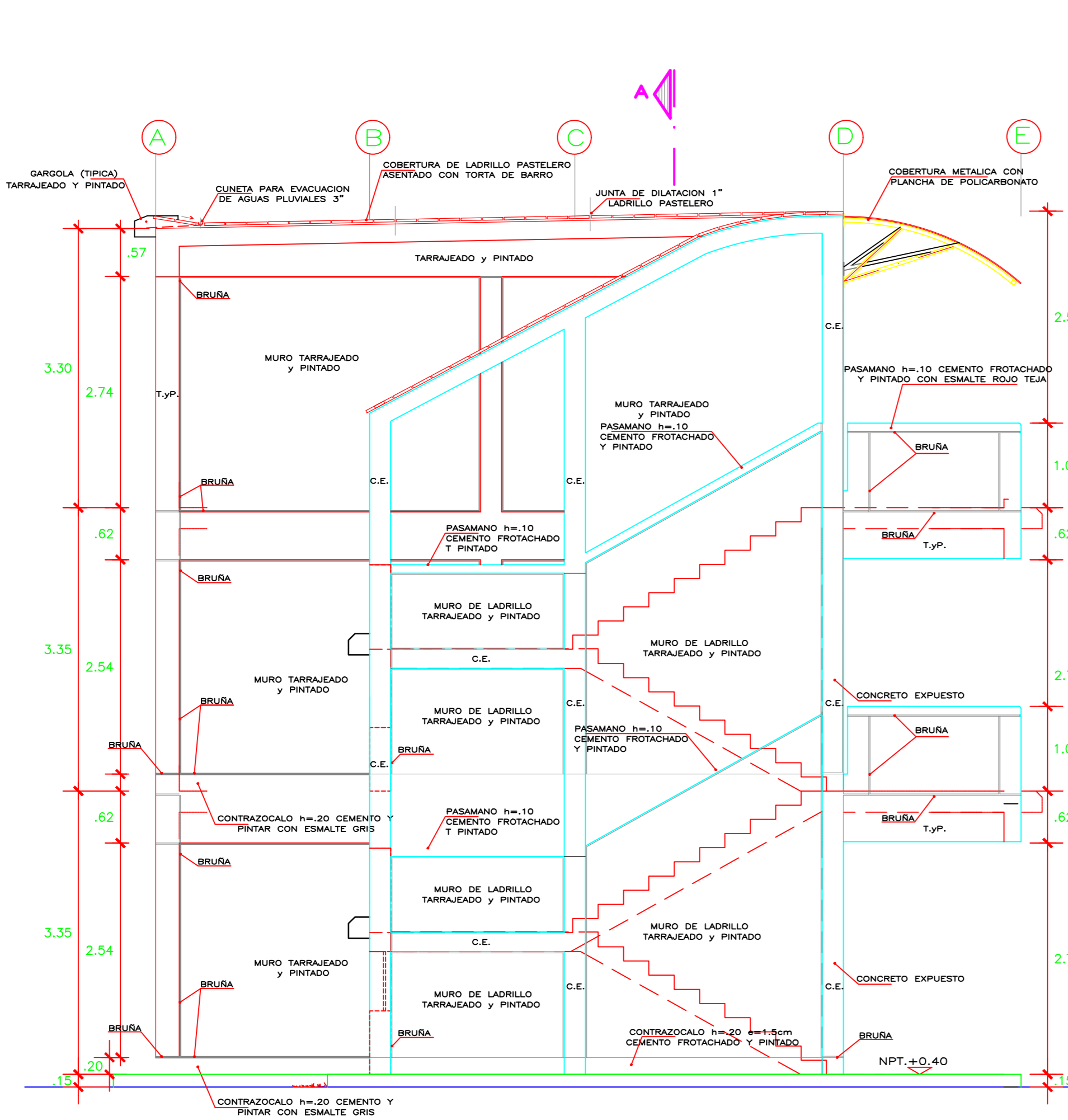
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tema: "APLICACION DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA E. FRAY RAMON ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021"

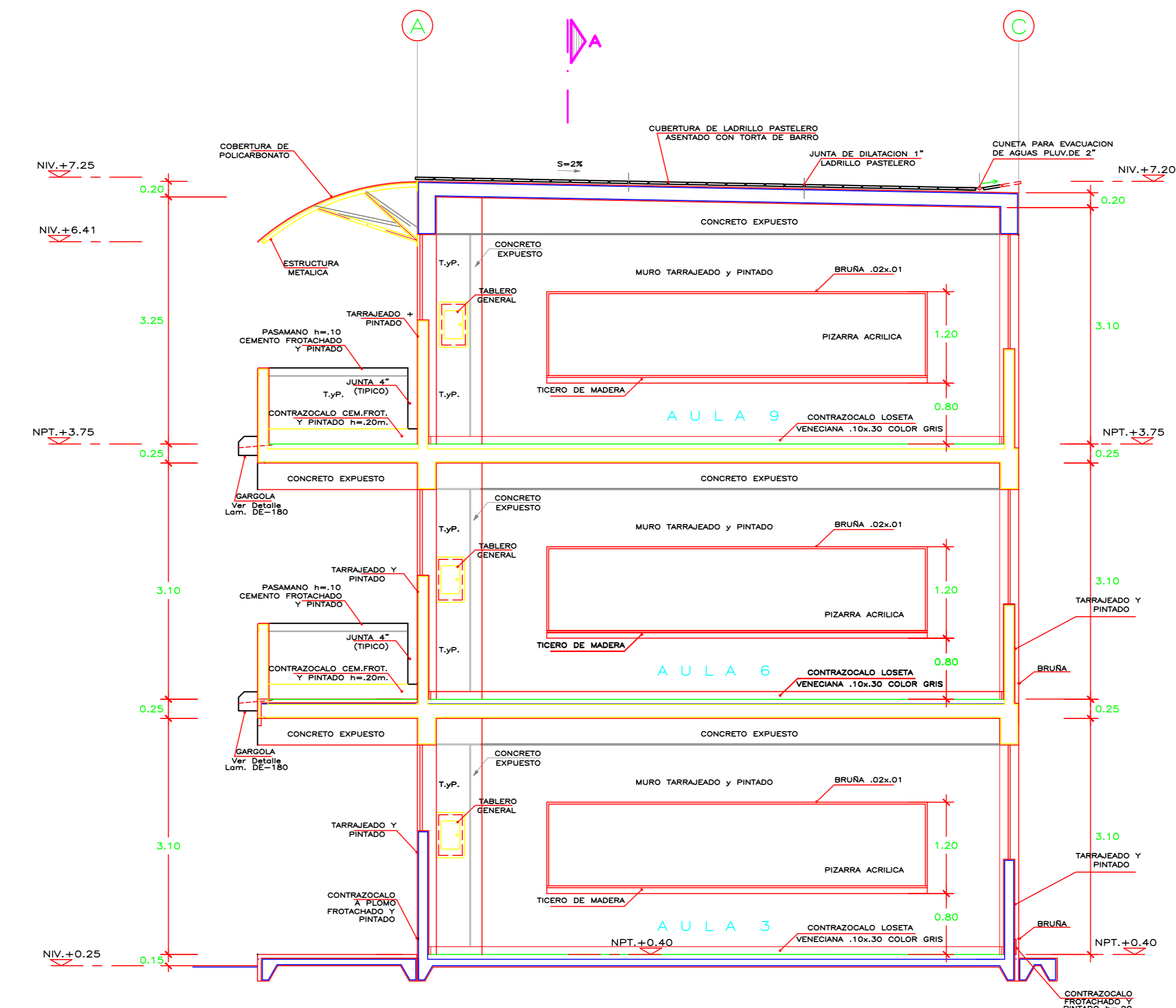
PLANO: ELEVACION Y CORTES

FECHA: 05/08/2022	DISEÑO: ICA	DISEÑO: SANTIAGO
BACH: ERICKS ANTONY LOPEZ CARHUAPUMA	ESCALA: INDICADA	PROY: ICA

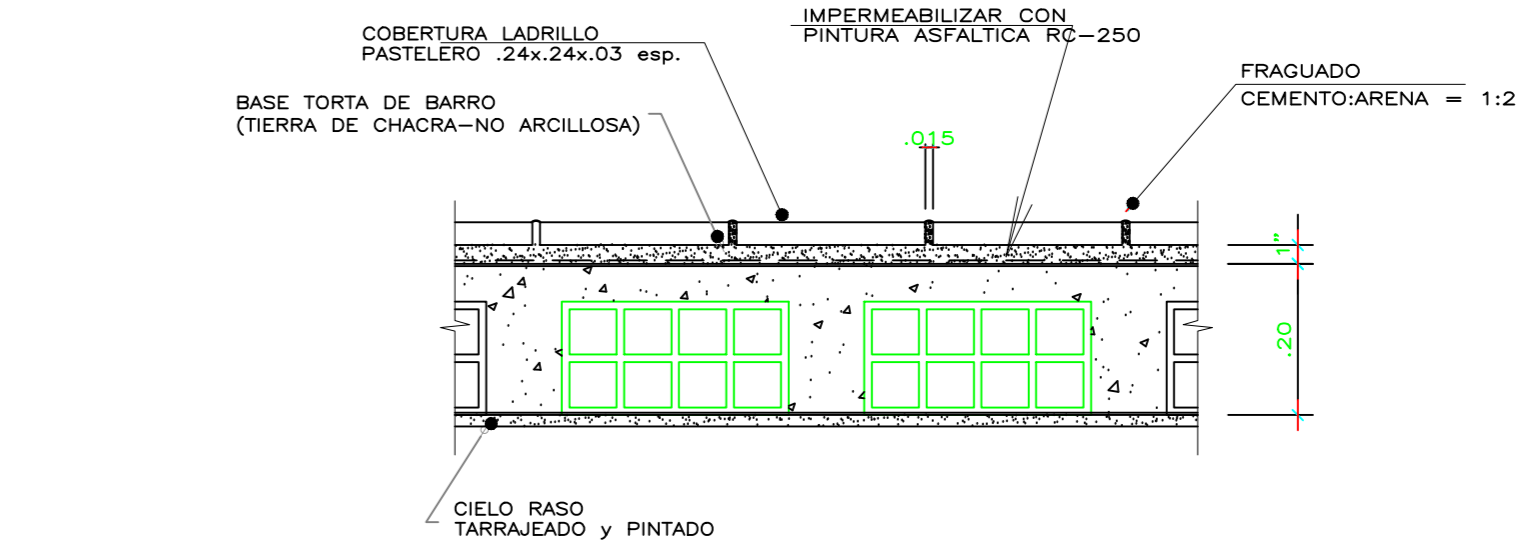
A-02



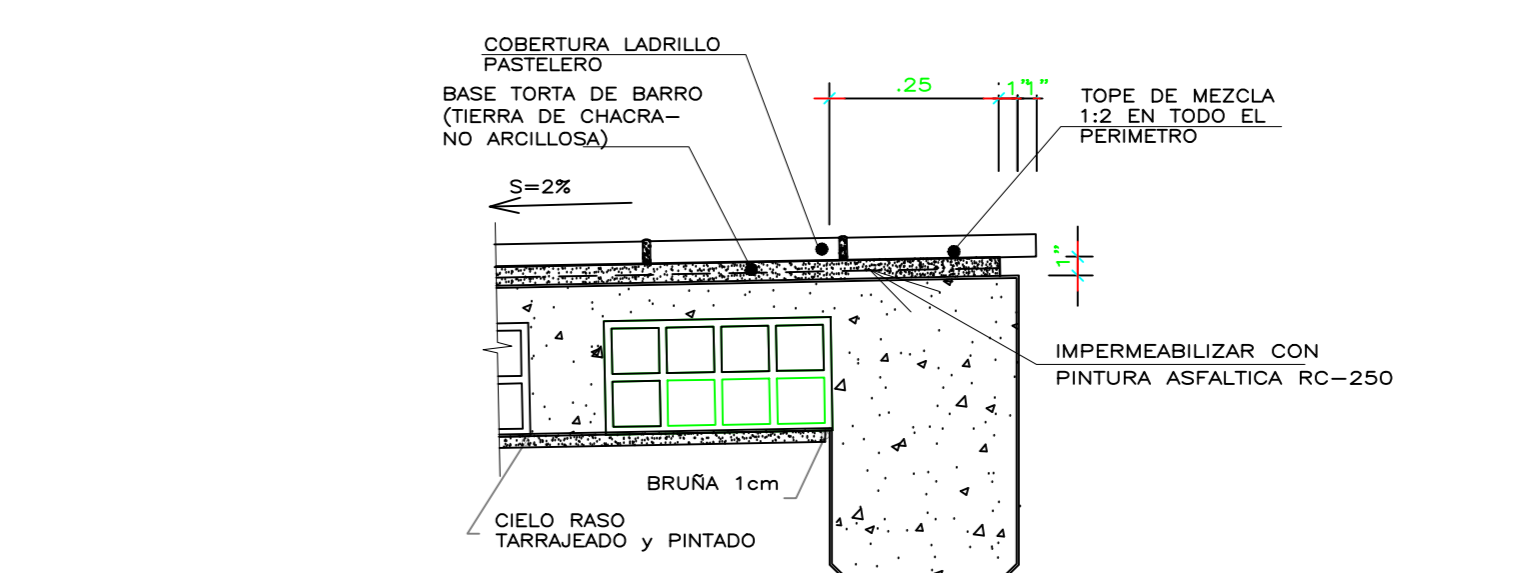
ELEVACION LATERAL - 3
ESCALA 1/50



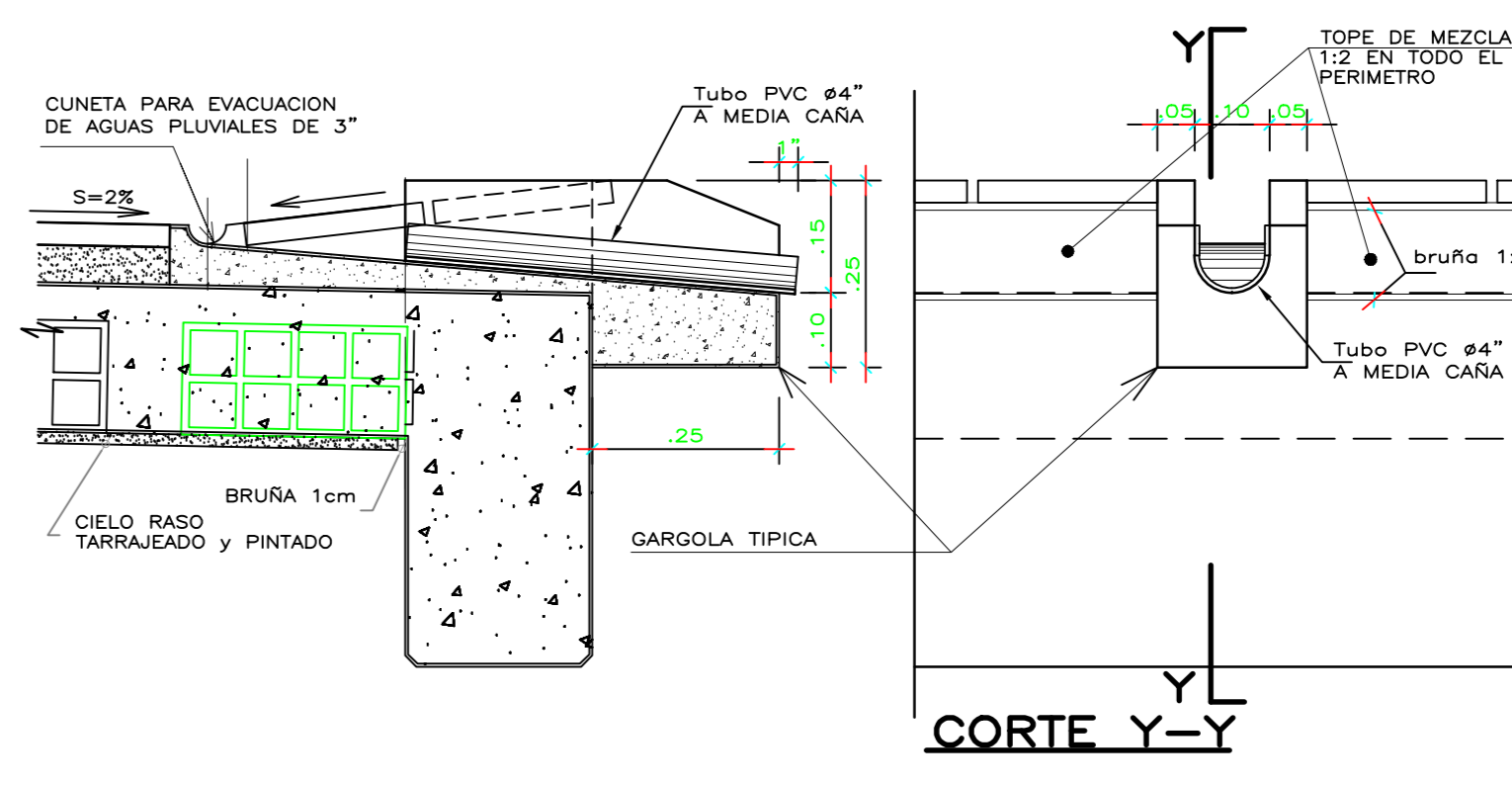
CORTE B-B
ESCALA 1/50



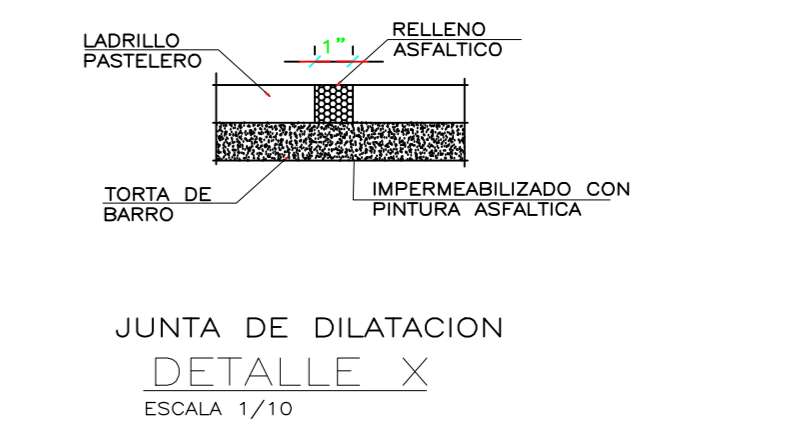
1 DETALLE ASENTADO DE LADRILLO PASTELERO
ESCALA 1/10



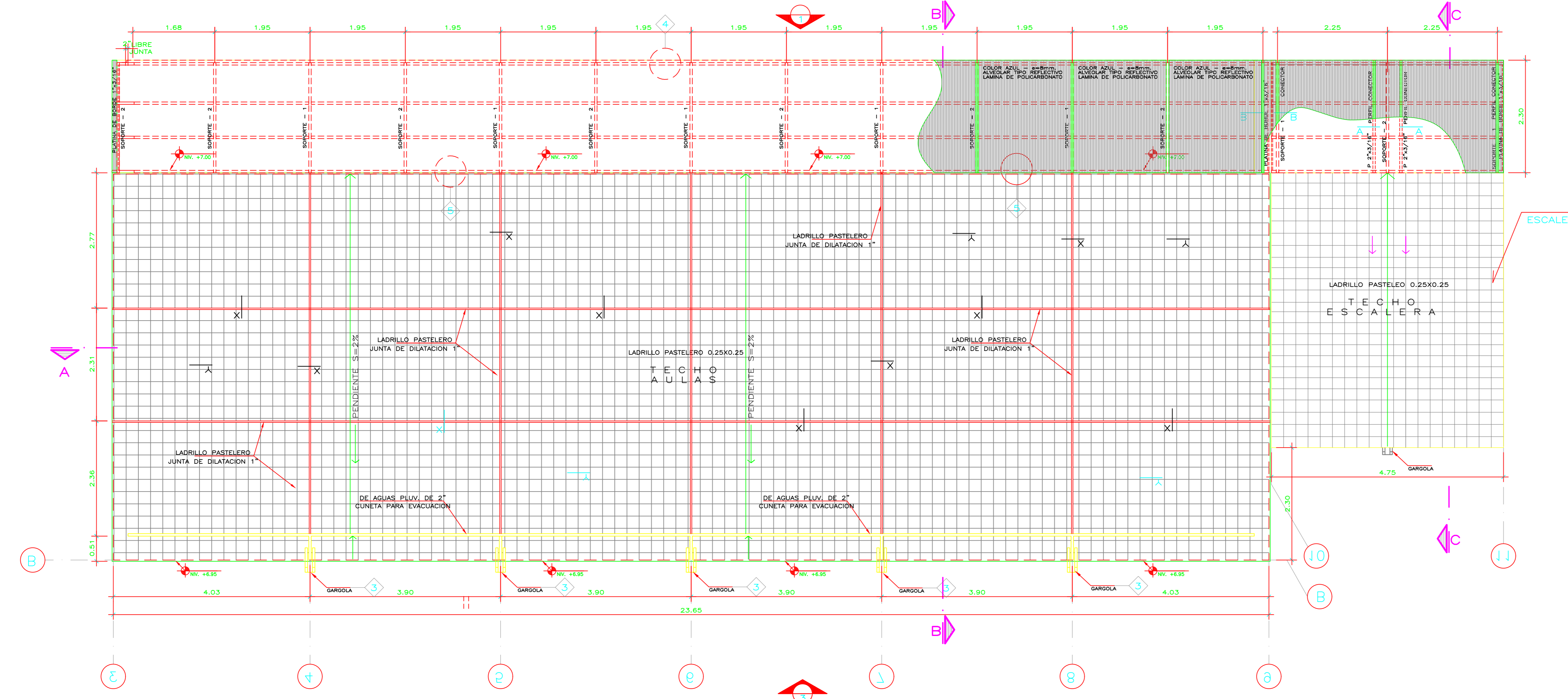
2 ENCUENTRO DE PASTELERO CON VIGA
ESCALA 1/10



3 ENCUENTRO DE PASTELERO CON GARGOLA
ESCALA 1/10



DETALLE X
ESCALA 1/10



PLANTA TECHOS
ESCALA 1/50

ACABADOS	PISO	CONTRAZOCALO	MURO	CIELO RASO	COBERTURA
AMBIENTES					
AULAS	●	●	●	●	●
CIRCULACION	●	●	●	●	●
TECHO	●	●	●	●	●

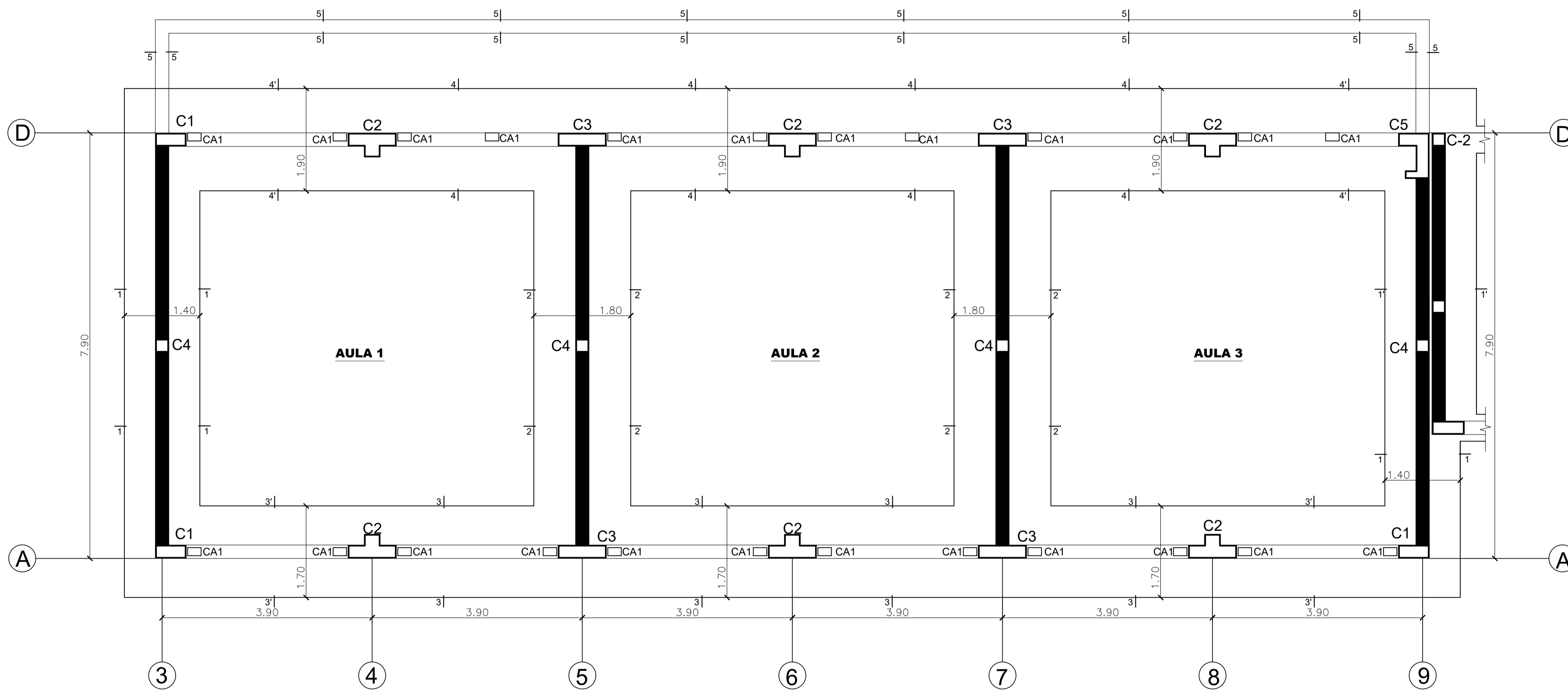
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: "APLICACION DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. FRAY RAMON ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021"

ELEVACION Y CORTES

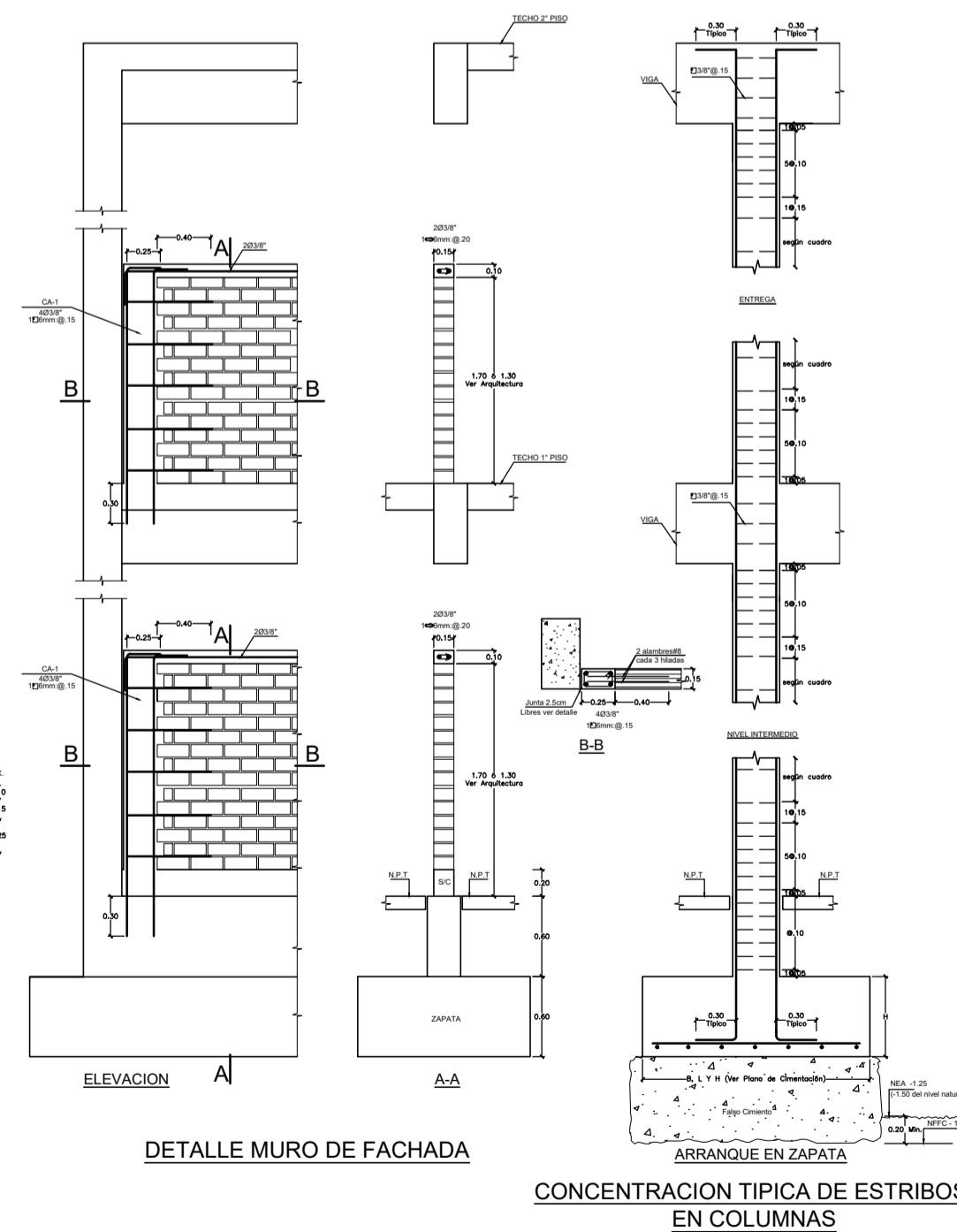
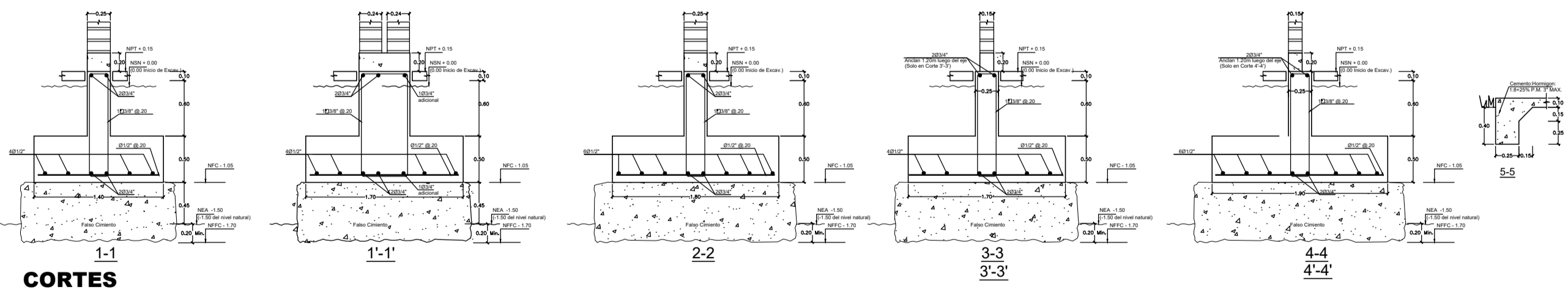
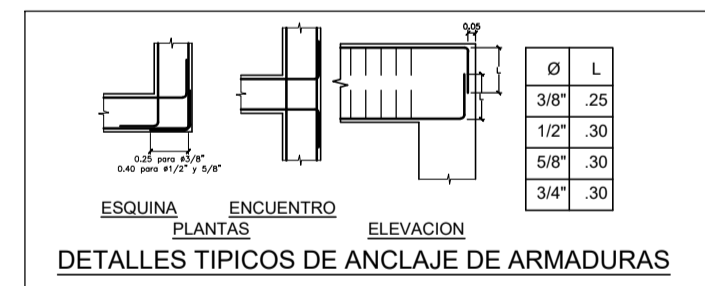
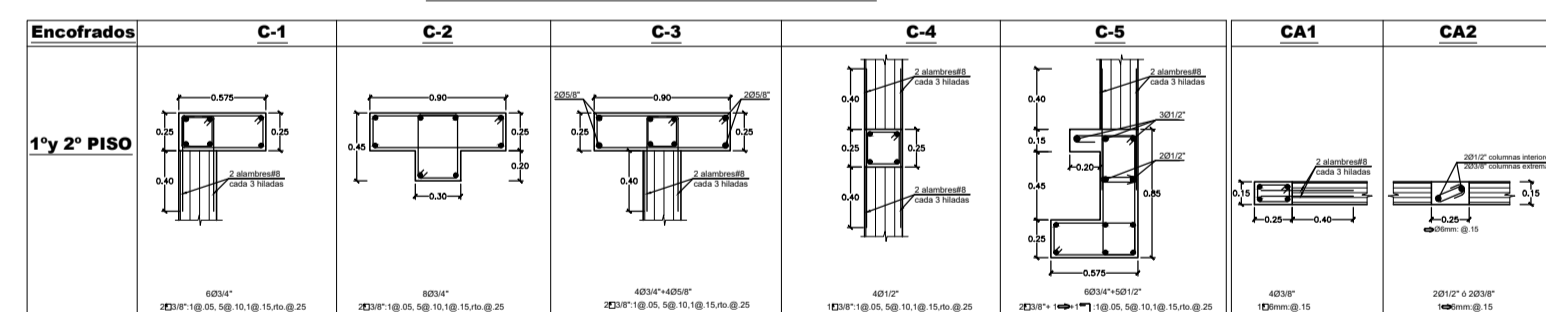
ALUMNO	FECHA: ENERO 2022	DEPTO. ICA	DEST. SANTIAGO
BACH. ERICKS ANTONY LOPEZ CARHUAPUMA	ESCALA: INDICADA	PROV. ICA	

A-03



PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1/50

CUADRO DE COLUMNAS



ESPECIFICACIONES GENERALES

- CONCRETO ARMADO**
 - CONCRETO ARMADO: $f'c=175$ kg/cm² (Cimentación), $f'c=210$ kg/cm² (Resto Construcción)
 - ACERO: $f_y=4200$ kg/cm²
- CONCRETO SIMPLE**
 - FALSA ZAPATA: CEMENTO:HORMIGÓN : : 1:12+30% P.G. 6" MAX
 - CIMIENTO CORRIDO: CEMENTO:HORMIGÓN : : 1:10+30% P.G. 6" MAX
 - SOBRECIMIENTO: CEMENTO:HORMIGÓN : : 1:8+25% P.M. 3" MAX.
 - CONCRETO CISTERNA: LA RELACION A/C SERA .45 SE APLICARA ADITIVO PLASTIFICANTE Y SE TARRAJEARA CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE.
- RECUBRIMIENTOS**
 - MUROS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO: 5.0 cm.
 - VIGAS PERALTADAS: 4.0 cm.
 - COLUMNAS DE CONFINAMIENTO Y DE CERCO: 2.0 cm.
 - ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS: 2.0 cm.
 - ZAPATAS: 7.5 cm.
- ALBAÑILERIA**
 - f'm = 50 kg/cm²
 - UNIDAD DE ALBAÑILERIA: SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SOLIDA (SIN HUECOS EN EL AREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA AREA) - TIPO IV
 - MORTERO: CEMENTO:CAL:ARENA : : 1 : 1 : 4
 - ESPAESOR DE JUNTAS: MÍNIMO 1 cm. MÁXIMO 1.5 cm.
- SOBRECARGAS**
 - S/C : Aulas =250 Kg/m²; Corredores =400 Kg/m². Escaleras =400 Kg/m².
- TERRENO**
 - q_t = 0.76 kg/cm² Cimiento Corrido
 - q_t = 0.78 kg/cm² Zapatas
 - PROFUNDIDAD -1.50 m (Min. Cim. Corrido)
 - PROFUNDIDAD -1.50 m (Min. Zapatas)
- CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES**
 - SISTEMA ESTRUCTURAL: SISTEMA APORTICADO
 - PARAMETROS DE FUERZA SISMICA: Z=0.45, U=1.5, S=1.05, T_p=0.6 seg., R_x=8, R_y=8 (Regular)

RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- TIPO DE CIMENTACIÓN: CIMENTOS CORRIDOS ARMADOS Y/O ZAPATAS CONECTADAS
- ESTRATO DE APOYO DE CIMENTACIÓN: ML-SM
- PARAMETROS DE DISEÑO DE CIMENTACIÓN:
 - PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: -1.50 m mtnlmo respecto al nivel natural del terreno
 - PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: -1.50 m mtnlmo respecto al nivel natural del terreno
- RECOMENDACIÓN: LA BASE DE LA CIMENTACION DEBE ESTAR SITUADA POR DEBAJO DE CUALQUIER CAPA SUPERIOR DE: SUELO ORGANICO, SUELO COMPRESIBLE, RELLENOS, CIMENTACIONES ABANDONADAS. EVITAR LA INFILTRACION DE AGUA AL SUELO DE CIMENTACION, DE CUALQUIER ORIGEN: ROTURA, REGADO EXCESIVO, DESPERFECTOS DE TUBERIA, ETC. A FIN DE MANTENER LA CAPACIDAD PORTANTE.
- PRESSION ADMISIBLE:
 - ZAPATAS AHISLADAS : 0.85 Kg/cm²
 - CIMENTOS CORRIDOS : 0.83 Kg/cm²
 - FACTOR DE SEGURIDAD : 3.00
 - ASENTAMIENTO DIFERENCIAL : 0.80 cm
 - AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION : NO DETECTADA

TRASLAPES Y EMPALMES			ESTRIBOS		
Ø	LOSAS VIGAS (cm)	COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS	
6mm	30	30			
3/8"	40	30			
1/2"	50	40			
5/8"	60	50			
3/4"	70	60			
1"	120	90			

No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo.

Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la 6mm. 10cm 1.5cm. 3/8" 15cm 2.0cm.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Tesis: **“APLICACION DEL METODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD DE BENEDETTI-PETRINI PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. FRAY RAMON ROJAS, DISTRITO DE SANTIAGO, PROVINCIA DE ICA - 2021”**

Plano: **CIMENTACION**

BACHILLER: **BACH. ERICKS ANTONY LOPEZ CARHUAPUMA**

FECHA: ENERO 2022 | DPTO: ICA | DIST: SANTIAGO

ESCALA: INDICADA | PROV: ICA

LAMINA: **E-01**