

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TESISTA:

BACH/ING. CIVIL ALDO LUIS, CARNERO SORIA

ASESOR:

ING. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA

HUÁNUCO-PERU

2018



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE
LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES

II





DEDICATORIA

A Dios por permitir que este al lado de mis seres amados

A mis padres y hermanos por ser motivo de superación

A mis docentes por inspirarnos a ser mejores cada día

A los compañeros por su apoyo y motivación constante



AGRADECIMIENTO

Al ingeniero José Luis Villavicencio Guardia por su orientación, por su apoyo constante y por todo su tiempo dedicado.

Al ingeniero y gran amigo Wilter Enrique Rivera Vargas por dedicar tiempo en la orientación para el desarrollo de esta investigación.

A los docentes de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por que con sus consejos y experiencias nos inspiran a seguir creciendo.

A todas las personas que de alguna manera apoyaron para realizar este trabajo en especial a mis amigos Rusbel Trujillo Álvarez e Irving Amancio Huacho por estar siempre impulsándome a culminar este trabajo.



RESUMEN

En la presente investigación se presenta el estudio de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco para lo cual se toma como modelo representativo a la institución educativa integrada N° 32004 San Pedro de la ciudad de Huánuco, ya que es una institución representativa de otras dentro de la ciudad de Huánuco.

Los datos fueron tomados del expediente técnico que fue facilitado al tesista por la empresa responsable de la ejecución del proyecto “G-Ortiz, Ingenieros y Arquitectos”. Para realizar el estudio de la vulnerabilidad se recurre a la metodología del espectro de capacidad que contempla el uso del análisis estático no lineal “PUSHOVER”, siguiendo los lineamientos del ATC-40 y del Fema 356.

Se obtiene un punto de desempeño que nos indica el comportamiento de la estructura para la solicitud sísmica la misma que se nos permite concluir si la estructura tendrá o no un desempeño correcto.



SUMARY

In the present investigation the study of the seismic vulnerability of the educational institutions of the city of Huánuco is presented for which the integrated educational institution N ° 32004 San Pedro of the city of Huánuco is taken as representative model, since it is an institution representative of others within the city of Huánuco.

The data was taken from the technical file that was provided to the thesis by the company responsible for the execution of the project "G-Ortiz, Engineers and Architects". To carry out the vulnerability study, we resort to the capacity spectrum methodology that contemplates the use of the non-linear static analysis "PUSHOVER", following the guidelines of the ATC-40 and Fema 356.

A performance point is obtained that indicates the behavior of the structure for the seismic application, which allows us to conclude whether the structure will have a correct performance or not.



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES

VII

RESUMEN	V
SUMARY	VI
ÍNDICE	VII
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problema Específico	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación E Importancia	3
1.5 Hipótesis	3
1.6 Variables	4
1.6.1 Variables Independientes	4
1.6.2 Variables Dependientes	4
1.7 Operacionalización De Variables	4
1.8 Muestra	4
1.9 Conceptos Fundamentales	5
1.9.1 Vulnerabilidad	5
1.9.2 Desempeño Sísmico	9
CAPÍTULO II	32
2. MARCO METODOLÓGICO	32
2.1 Tipo y Nivel de Investigación	32
2.1.1 Tipo de Investigación	32
2.1.2 Nivel de Investigación	32
2.2 Módulos Analizados	32



2.3 Respuesta de la Estructura	38
2.3.1 Parámetros Sísmicos	38
2.3.2 Cargas Consideradas	38
2.3.3 Propiedades Elásticas de los Materiales.....	39
2.3.4 Resultados del Análisis Lineal	40
CAPÍTULO III	42
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
3.1 Proceso de Formación de Rótulas Plásticas	42
3.2 Curva de Capacidad de la Estructura	43
3.3 Punto de Desempeño de la Estructura	44
3.4 Nivel de Desempeño, Daños y Vulnerabilidad Sísmica	46
3.4.1 Nivel de Desempeño	46
3.4.2 Daños en la Estructura.....	47
3.4.3 Vulnerabilidad Sísmica.....	49
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	54
LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	55
BIBLIOGRAFÍA	56



LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1 Espectro de Capacidad y Demanda.....	25
Figura N° 2 Representación pushover y curva de capacidad.....	26
Figura N° 3 Sectorización de la curva de capacidad	28
Figura N° 4 Curva y Espectro de capacidad	29
Figura N° 5 Espectro de Demanda	31
Figura N° 6 Arquitectura Módulo 3	34
Figura N° 7 Cuadro de Columnas Módulo 3	35
Figura N° 8 Cuadro de Zapatas y Detalle de Aligerado	35
Figura N° 9 Detalle de Vigas y Pórticos Transversales.....	36
Figura N° 10 Detalle de Vigas y Pórticos Longitudinales	37
Figura N° 11 Modelamiento del Módulo 3	40
Figura N° 12 Formación de Rótulas en la dirección X	42
Figura N° 13 Formación de Rótulas en la dirección Y	43
Figura N° 14 Curva de Capacidad Módulo 3.....	44



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES

x

Figura N° 15 Espectro de Capacidad Módulo 3.....	44
Figura N° 16 Punto de Desempeño	45
Figura N° 17 Sectorización de la curva de capacidad	47

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 01 Matriz de Consistencia	04
Tabla N° 02 Índices de Vulnerabilidad y Pesos Relativos	06
Tabla N° 03 Clasificación de la Vulnerabilidad	08
Tabla N° 04 Estados de Daño	18
Tabla N° 05 Estados de Daño a partir de las Derivas de Entrepiso	19
Tabla N° 06 Descripción de Daños calculados con Derivas de Entrepiso	20
Tabla N° 07 Descripción de Daños en Muros de albañilería	23
Tabla N° 08 Nivel de Desempeño Según ATC-40 del Módulo 3.....	46
Tabla N° 09 Índices de vulnerabilidad calculados	50





LISTA DE MATRICES

Matriz N° 01 Objetivos de desempeño según SEAOC 12

Matriz N° 02 Objetivos de desempeño según ATC 40 15

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01 Desglose de costos de edificios 17

LISTA DE ANEXOS

ANEXO N° I Plan de tesis

ANEXO N° II Planos del Módulo N° 03



INTRODUCCIÓN

La ciudad de Huánuco, de la provincia y departamento de Huánuco se encuentra ubicada en la zona sísmica de tipo $Z=2$ según la norma E 030 de nuestro reglamento nacional de edificaciones; en dicha ciudad se viene realizando la construcción de varias edificaciones que son clasificadas como edificaciones esenciales según nuestra norma, siendo estas muy importantes para brindar los servicios de educación de manera adecuada a los estudiantes de la ciudad de Huánuco; estas edificaciones fueron diseñadas empleando métodos tradicionales de diseño sismorresistente, como es el caso del diseño por resistencia, este diseño no muestra el comportamiento estructural que tendrá la edificación a lo largo de su vida útil, basándose en criterios de protección ante un sólo nivel de amenaza sísmica.

A estas alturas el desarrollo del conocimiento y la tecnología nos permiten realizar diseños sismorresistentes en los que se puede mostrar el comportamiento estructural que tendrán las edificaciones ante eventos sísmicos a lo largo de su vida útil, pudiendo considerar varios niveles de amenaza sísmica. Siendo entonces posible emplear modelos no lineales para estudiar la vulnerabilidad sísmica que tendrán las estructuras en mención.



En la presente investigación se desarrollaron los siguientes capítulos:

CAPITULO I: Marco Teórico

CAPITULO II: Marco Metodológico

CAPITULO III: Discusión de Resultados

Se finalizó con las conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Se sabe que una edificación de albañilería confinada diseñada con las con las normas peruanas E-070 y E-030 no cumple los Objetivos de Desempeño. Además, se ha demostrado que existe una relación directa entre la densidad de muros y el desarrollo de ductilidad de la estructura.¹

Se sabe también que, para un sismo frecuente, 50 años de periodo de retorno, las edificaciones escolares de concreto-albañilería posteriores a 1997, tendrían un factor de daño medio del 5%; mientras que, para un sismo raro, periodo de retorno de 500 años, estas edificaciones tendrían un factor de daño del 38%.²

Un factor que define si una estructura es o no vulnerable es el número de pisos, ya que la característica que más incide es el tipo de sistema estructural, también podemos decir que los módulos que han sido construidos antes que se promulgue el código sismorresistente son los más vulnerables ya que el comportamiento sísmico de las estructuras ha ido mejorando en mérito al código sismorresistente y sus modificaciones a través del tiempo.³



En la dirección transversal de los módulos 780 PRE no tiene el desempeño sísmico esperado. En sismos ocasionales si cumple con el nivel de desempeño de la una edificación esencial, sin embargo, para un sismo raro la cimentación no tendría la capacidad necesaria para soportar el nivel de fuerza lateral de los muros disminuyendo su capacidad resistente.⁴

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Qué tan vulnerables sísmicamente serán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco?

1.2.2 Problema Específico

¿Cuáles serán los estados de daño que se presentarán en las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco diseñadas con el RNE?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Estudiar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales.



1.3.2 Objetivos Específicos

Calcular los estados de daño que se presentarán en las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco diseñadas con el RNE

1.4 Justificación E Importancia

La presente investigación nos permitirá conocer la vulnerabilidad ante diferentes niveles de amenaza sísmica que tendrán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco y así tomar algunas decisiones de reforzamiento, a validar el buen comportamiento de las edificaciones diseñadas con las normas actuales o a tomar decisiones de mejora en los futuros diseños ya que se creará un antecedente del diseño sismorresistente de instituciones educativas. Esta investigación ayudará entonces a aclarar que tan vulnerables sísmicamente son las instituciones educativas diseñadas con las normas actuales al utilizar métodos no lineales para su análisis.

1.5 Hipótesis

Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco son poco vulnerables ante amenazas sísmicas.



1.6 Variables

1.6.1 Variables Independientes

Instituciones educativas de la ciudad de Huánuco

1.6.2 Variables Dependientes

Vulnerabilidad sísmica

1.7 Operacionalización De Variables

Tabla N° 1: Matriz De Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN
¿Qué tan vulnerables sísmicamente serán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco?	Estudiar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales.	Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco serán poco vulnerables ante amenazas sísmicas.	Dependientes	Vulnerabilidad sísmica	Daño en la estructura	Placas, columnas y vigas	Índice de daño
						Muros de albañilería	Estado de daño
			Respuesta de la estructura	Distorsión máxima	Δ milímetros		
			Independientes	Instituciones educativas de la ciudad de Huánuco	Configuración estructural	Regularidad	Discontinuid
		Diafragma rígido				Losa	
		Rigidez lateral				Muros	
		Simetría				-	
		Resistencia estructural	Resistencia de Placas, columnas	f'c			
Resistencia de muros	f'm						

Fuente: Elaboración Propia

1.8 Muestra

El tipo de muestreo para la presente investigación es un muestreo no probabilístico opinático o intencional; es decir que se seleccionaron las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco de manera arbitraria,



cuidando que sean edificaciones relativamente modernas o recién construidas. En esta investigación se presenta el caso de la institución educativa N° 32004 San Pedro.

1.9 Conceptos Fundamentales

1.9.1 Vulnerabilidad

Se entiende por vulnerabilidad a la relación entre la respuesta de la estructura sometida a una determinada intensidad sísmica y el nivel de daño, es decir, el grado de pérdida de un elemento o varios elementos estructurales ante una demanda sísmica.⁵

1.9.1.1 Índice De Vulnerabilidad

El Índice de Vulnerabilidad permite identificar aquellas características intrínsecas de una estructura que pueden potenciar un desempeño inadecuado durante un sismo. La vulnerabilidad debe incorporar factores tales como la antigüedad de la obra, la cual está asociada a la norma sísmica empleada en su diseño, el tipo estructural y el número de pisos, la regularidad o irregularidad de la estructura, la presencia de paredes de relleno adosadas a la estructura y el grado de mantenimiento y deterioro del edificio.⁶

Entonces podemos calcular el índice de vulnerabilidad “Iv” como la sumatoria de los términos que influyen en la vulnerabilidad.



$$I_v = \sum \alpha_i I_i \quad (\text{Ec. 1.9.1.1.1})$$

Donde:

I_i : índice de vulnerabilidad específica

α_i : peso relativo

Los valores del peso relativo los podemos tomar de la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Índices De Vulnerabilidad Y Pesos Relativos

I_i	Vulnerabilidad asociada a:	α_i
I_1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I_2	Tipo Estructural	0,40
I_3	Irregularidad estructural y arquitectónica	0,25
I_4	Grado de deterioro	0,10

Fuente: Guía para la Evaluación de Edificaciones con Fines de Adecuación Sísmica, Ingeniería Sísmica Caf-2014

De la tabla anterior debemos notar que la sumatoria de los índices α_i es igual a la unidad.





Ahora bien, para calcular los factores “ I_i ” asociados a cada característica de vulnerabilidad (antigüedad de diseño, tipo estructural, irregularidad, grado de deterioro) debemos tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

El valor particular entre 0 y 1 que tiene cada índice “ I_i ” en una edificación dada, debe ser seleccionado en función de sus características propias. Por ejemplo, se pudiese establecer de la siguiente manera: 1) Incorporar las edificaciones más antiguas con un valor de $I_1 = 1$ y las más modernas con un valor muy bajo; 2) Incorporar los tipos estructurales frágiles como las edificaciones de adobe o mampostería no reforzada con un valor de $I_2 = 1$ mientras que los tipos de mayor confiabilidad como las estructuras de muros dúctiles de concreto reforzado tendrían un valor muy bajo; 3) Penalizar con valores elevados de I_3 las estructuras con fuertes irregularidades tales como pisos blandos, abundancia de columnas cortas, gran asimetría en planta, etc., y 4) Penalizar con un valor elevado de I_4 las edificaciones que muestren un elevado grado de deterioro estructural.⁶

Finalmente calificaremos la vulnerabilidad de nuestra estructura de acuerdo al siguiente cuadro:



Tabla N° 3: Calificación De La Vulnerabilidad

Calificación	Valores de I_v
Elevada	0,70-1
Media	0,40-0,70
Baja	0,20-0,40

Fuente: Guía para la Evaluación de Edificaciones con Fines de Adecuación Sísmica, Ingeniería Sísmica Caf-2014

Adicionalmente a este método para evaluar la vulnerabilidad, existen otros más detallados o refinados, tal es el caso de la función de vulnerabilidad.

1.9.1.2 Función De Vulnerabilidad

La función de vulnerabilidad es una relación matemática que expresa de forma continua el daño que puede sufrir un tipo específico de estructura, cuando se somete a una sollicitación sísmica de determinado nivel. Las funciones de vulnerabilidad se deducen por medio de una regresión estadística de los datos de daño observados o generados artificialmente.⁷



Para evaluar el valor del daño esperado en la estructura, una vez obtenida la distorsión máxima de entrepiso se usa la siguiente formula.

$$E(\beta|\gamma_i) = 1 - \exp \left[\ln 0.5 \left(\frac{\gamma_i}{\gamma_o} \right)^\varepsilon \right] \quad (\text{Ec. 1.9.1.2.1})$$

$E(\beta/\gamma_i)$: Valor esperado

γ_i : Distorsión máxima para una aceleración espectral dada.

γ_o : distorsión referencial asociada al 50% de pérdida máxima bruta

ε : parámetro de forma, relación para el cálculo del daño

Nótese que el valor de β va de 0 a 1.7

1.9.2 Desempeño Sísmico

La vulnerabilidad nos permite medir que tan propensa es una estructura a sufrir daños cuando se someta a esta a una determinada solicitud sísmica (S_a); el estado de daño se puede medir en base a las derivas de entrepiso que tendrá la estructura. Ahora debemos introducir el concepto de diseño por desempeño que nos permitirá ver cómo se comportará la estructura ante una solicitud sísmica



dada; es decir, nos permitirá ver si la estructura se comportará dentro de lo esperado y nos permitirá también relacionar los estados de daño con el desempeño, así como de manera indirecta, relacionar la vulnerabilidad también con el desempeño.

1.9.2.1 SEAOC – Visión 200 (1995)

El diseño basado en desempeño nace en el año 1995 con la publicación del documento “Visión 2000” de la asociación de ingenieros estructurales de california SEAOC (por sus siglas en ingles). En este documento se incluye la determinación del peligro sismo de la estructura, los objetivos de diseño de la estructura y los niveles del comportamiento sísmico esperado. A continuación, se definen los cuatro niveles de desempeño sísmico:

- **Totalmente operacional:** Corresponde a un nivel en el cual no ocurren daños. La edificación permanece completamente segura para sus ocupantes. Todo el contenido y los servicios de la edificación permanecen funcionales y disponibles para su uso, en general no se requieren reparaciones.
- **Operacional:** Se presentan daños moderados en elementos no estructurales y en el contenido de la



edificación, e incluso algunos daños ligeros en elementos estructurales. El daño es limitado y no compromete la seguridad de la edificación que debería permanecer disponible para cumplir sus funciones inmediatamente después del sismo, aunque debido a los daños en los componentes no estructurales y en el contenido se puede interrumpir algunas de sus funciones. En general se requieren algunas reparaciones menores.

- **Seguridad de vida:** En este nivel de desempeño ocurren daños moderados en los elementos estructurales, no estructurales y en el contenido. Degradación de la rigidez lateral y de la capacidad resistente de la estructura. Interrupción de los servicios eléctricos, mecánicos y perturbación de las vías de escape. La edificación requiere rehabilitación para ser ocupada si es factible económicamente.
- **Cercana al colapso:** La degradación de la rigidez y resistencia comprometen la estabilidad estructural acercándola al colapso, los servicios de evacuación pueden verse interrumpidos, aunque los elementos que soportan las cargas verticales continúan funcionando. La



Nivel de Desempeño para Elementos Estructurales

- **SP-1 Ocupación inmediata:** Los daños son muy limitados y de tal magnitud que el sistema resistente de cargas laterales y verticales permanece prácticamente en las mismas condiciones de capacidad y resistencia que antes de ocurrido el sismo.
- **SP-2 Daño controlado:** Corresponde a un estado de daño que varía entre los límites de ocupación inmediata y seguridad. La vida de los ocupantes no está en peligro, la estructura funciona con normalidad. Daños leves
- **SP-3 Seguridad de vida:** Los daños después del sismo no agotan por completo los márgenes de seguridad existentes frente a un posible colapso parcial o total de la estructura. El riesgo de la vida de los ocupantes debido a un fallo de los elementos estructurales es muy bajo.
- **SP-4 Seguridad limitada:** Corresponde a un estado de daño entre los niveles de seguridad de vida y estabilidad estructural, en el que algunas partes de la estructura pueden requerir un reforzamiento para poder garantizar el nivel de seguridad.
- **SP-5 Estabilidad estructural:** Este nivel corresponde al estado de daño límite después de ocurrido un sismo en el



cual el sistema estructural está muy cerca de experimentar un colapso parcial o total.

- **SP-6:** Este no es un nivel de desempeño, se usa para indicar que no realizó una evaluación de desempeño.

Nivel de Desempeño para Elementos no Estructurales.

- **NP-A Operacional:** Los elementos no estructurales, maquinarias y sistemas del edificio continúan en su sitio y funcionando con normalidad después del sismo.
- **NP-B Ocupación inmediata:** A pesar de que los elementos no estructurales y sistemas permanecen en su sitio, pueden presentarse algunas interrupciones en el funcionamiento de las maquinarias y equipos.
- **NP-C Seguridad:** Pueden presentarse daños severos en algunos elementos no estructurales tanto dentro como fuera del edificio, sin que se llegue al colapso, ni se ponga en peligro la seguridad de los ocupantes.
- **NP-D Peligro reducido:** Se presentan daños severos en elementos no estructurales, contenidos y sistemas, pero sin llegar al colapso o al fallo de grandes elementos, como por ejemplo parapetos y muros exteriores de



mampostería, entre otros, que puedan ocasionar heridas a grupos de personas.

- **NP-E No considerado:** No es un nivel de desempeño y se usa para indicar que no se han evaluado los elementos no estructurales, a menos que tengan un efecto directo sobre la respuesta estructural, como por ejemplo los muros de mampostería de relleno o las particiones.⁹

La siguiente matriz muestra las combinaciones de los niveles de desempeño para los elementos estructurales y no estructurales.

Matriz N° 2: Objetivos de Desempeño Sísmico Según ATC-40

Nivel de desempeño de la edificación						
Niveles de desempeño no estructural	Niveles de desempeño estructural					
	SP1 Ocupación inmediata	SP2 Control de daño	SP3 Seguridad a la vida	SP4 Límite de seguridad	SP5 Estabilidad estructural	SP6 No considerado
NP-A	1-A Operacional	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B	1-B Ocupación inmediata	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C	1-C	2-C	3-C Seguridad	4-C	5-C	6-C
NP-D	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E	NR	NR	3-E	4-E	5-E Estabilidad estructural	No aplicable
Leyenda:						
	Referencia común para los niveles de desempeño en edificaciones (SP-NP)					
	Otras posibles combinaciones de SP-NP					
	Combinación no recomendada de SP-NP					

Fuente: Adaptado de Seismic Evaluation and Retrofit Of Concrete Buildings, ATC 40-1996.



Posteriormente se publicaron otras guías y normas que implementaron métodos más directos y rápidos para encontrar el desempeño de estructuras, tal es el caso del FEMA 273 (1997) donde se propuso el método de los coeficientes para determinar el desplazamiento objetivo o punto de desempeño.

Posteriormente se revisaron estos métodos y se mejoraron con la publicación del FEMA 356 en el año 2000, FEMA 440 en el año 2005 donde se mejoró el método del espectro de capacidad y el método de los coeficientes, FEMA P-58-1 en el año 2012 donde aparte de evaluar el desempeño estructural se evalúan también los elementos no estructuras y el contenido de la estructura, ya en el año 2013 mediante la publicación del ASCE/SEI 41-13 se indica el procedimiento para la evaluación sísmica y reforzamiento de edificios existentes, en el 2017 se actualizó la norma a la norma ASCE/SEI 41-17.

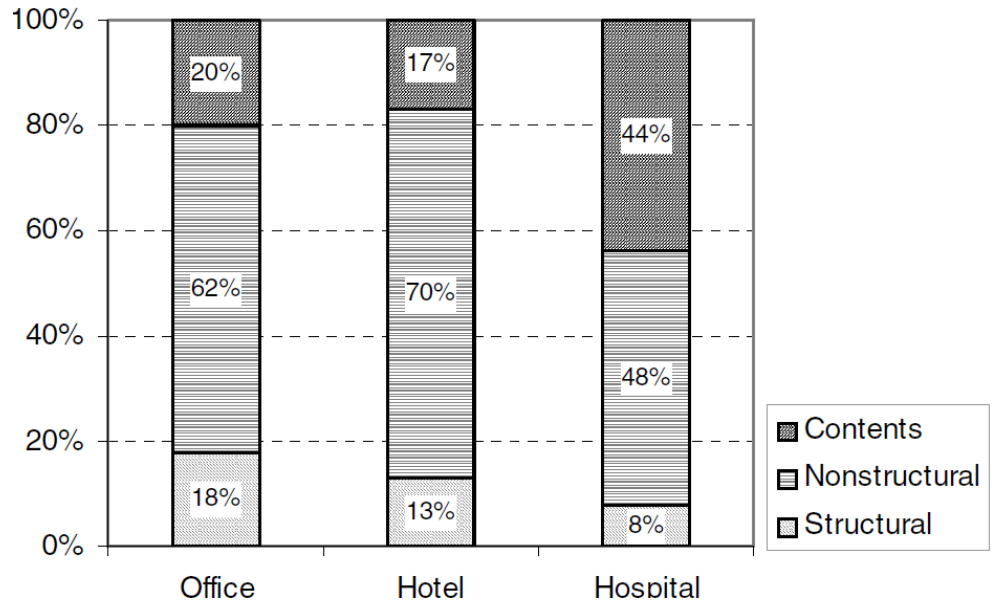
1.9.2.3 Estados De Daños

Antes de hablar de los daños en las edificaciones es importante entender en que porcentaje, hablando de costo o precio, se encuentran cada una de las tres partes que conforman una edificación; es decir, del total del costo de la edificación que



porcentaje representa la parte estructural, la parte no estructural y el contenido en sí del edificio.

Gráfico N° 01: Desglose de Costos de Edificios



Fuente: Miranda, E. Y Taghavi, S. Response Assessment Of Nonstructural Building Elements-2003

Desde el punto de vista del dinero preservar los contenidos y la parte no estructural del edificio es mucho más importante que preservar la parte estructural; sin embargo, si lo vemos desde el punto de vista de la vida es notorio que es mucho más importante preservar la parte estructural.



Daños en General

En la siguiente tabla tenemos los estados de daño y sus descripciones de acuerdo a los niveles de desempeño de toda la edificación.

Tabla N°4: Estados de Daño

ESTADO DE DAÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
DESPRECIABLE	TOTALMENTE OPERACIONAL	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios
LEVE	OPERACIONAL	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad
MODERADO	SEGURIDAD DE VIDA	Daños moderados en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. El sistema en su totalidad permanece funcionando. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse. Puede ser necesario cerrar el edificio temporalmente.
SEVERO	CERCA AL COLAPSO	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.
COMPLETO	COLAPSO	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación.

Fuente: Adaptado De Performance Based Seismic Engineering of Buildings, Vols. II And I: Conceptual Framework, Seac-1995.

Daños en Columnas, Placas Y Vigas

Otro parámetro que nos ayuda a medir los daños en los pórticos (columnas y vigas), son las derivas de entrepiso, para ellos usaremos la tabla N° 06, pero antes debemos entender que las





estructuras clasificadas como de baja altura corresponden a las que tienen de 1 a 3 pisos, las de mediana altura tienen de 4 a 7 pisos y las de gran altura son las que tienen más de 8 pisos.

Tabla N° 5: Estados de Daño a Partir de las Derivas De Entrepiso

ELEMENTO	ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	ESTADO DE DAÑO		
		LIGERO	MODERADO	EXTENSO
COLUMNAS Y VIGAS-PÓRTICOS C°A°	BAJA	0.50	1.00	3.00
	MEDIANA	0.33	0.67	2.00
	ALTA	0.25	0.50	1.50
PLACAS C°A°	BAJA	0.40	1.00	3.00
	MEDIANA	0.27	0.67	2.00
	ALTA	0.20	0.50	1.50
COLUMNAS Y VIGAS ACERO	BAJA	0.60	1.20	3.00
	MEDIANA	0.40	0.80	2.00
	ALTA	0.30	0.60	1.50
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA ARMADA	BAJA	0.40	0.80	2.40
	MEDIANA	0.27	0.53	1.60
	ALTA	0.20	0.40	1.20

Fuente: Guía para la Evaluación de Edificaciones con Fines de Adecuación Sísmica, Ingeniería Sísmica Caf-2014

Entonces para medir los daños en los pórticos (columnas y vigas), utilizamos tabla N° 06, que nos detalla o describe el daño LIGERO, MODERADO Y EXTENSO.



Tabla N° 6: Descripción De Daños A Calculados Con Derivas De Entrepiso

ELEMENTO	ESTADO DE DAÑO		
	LIGERO	MODERADO	EXTENSO
COLUMNAS Y VIGAS-PÓRTICOS C°A°	Grietas por flexión o cortante de poco espesor (cabello) en algunas vigas o columna cerca o dentro de las juntas	Grietas de poco espesor en la mayoría de vigas y columnas. Desprendimiento del recubrimiento del concreto y grietas grandes en algunos elementos de pórticos dúctiles y grietas grandes por corte en pórticos no dúctiles	Desprendimiento del recubrimiento del concreto, grandes grietas por flexión y pandeo del refuerzo longitudinal en algunos miembros de pórticos dúctiles. Fallas por cortante o por deslizamiento en los empalmes de barras o rotura del refuerzo transversal o pandeo de refuerzo longitudinal en columnas de pórticos no dúctiles lo cual podría resultar en un colapso parcial.
PLACAS C°A°	Grietas diagonales de poco espesor en la mayoría de los muros; desprendimiento menor del concreto en pocos lugares	La mayoría de los muros tienen grietas diagonales; grandes grietas diagonales y desprendimiento del concreto en los extremos de algunos muros que excedieron su límite de cedencia.	La mayoría de los muros excedieron su límite de cedencia; algunos muros excedieron su capacidad última, indicada por grandes grietas diagonales que atraviesan el muro, desprendimiento extenso del recubrimiento del concreto alrededor de las grietas y pandeo visible del refuerzo o rotación de muros delgados con fundaciones inadecuadas.
COLUMNAS Y VIGAS ACERO	Deformaciones menores en conexiones o grietas de poco espesor en algunas pocas soldaduras.	Algunos miembros ceden mostrando rotaciones permanentes en las conexiones; pocas conexiones soldadas pueden tener grandes grietas a través de la soldadura o pocas conexiones apernadas pueden tener pernos fracturados o agujeros alargados	La mayoría de los miembros excedieron su límite elástico, resultando en deformaciones laterales permanentes de la estructura. Algunos de los miembros o conexiones pueden haber excedido su capacidad última exhibiendo rotaciones permanentes del miembro en la junta, pandeo de las alas y fallas en las conexiones.
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA ARMADA	Grietas diagonales de poco espesor en la superficie de la pared; grietas mayores alrededor de puertas y ventanas	La mayoría de las paredes presentan grietas diagonales en la superficie; algunos de los muros exceden su límite cedente indicado por grandes grietas	En edificios con grandes aberturas en muros, la mayoría de los muros excedieron su límite cedente y algunos pueden haber excedido su capacidad última, indicado por grandes grietas diagonales que atraviesan la pared y por el pandeo visible del refuerzo. Puede haber grietas en los diafragmas.

Fuente: Guía para la Evaluación de Edificaciones con Fines de Adecuación Sísmica, Ingeniería Sísmica Caf-2014





Alternativamente a los cálculos de daños descritos líneas arriba, se pueden calcular los daños por cada tipo de elementos estructurales a partir de los índices de daño, siguiendo los criterios de la máxima curvatura o máximo desplazamiento del elemento.⁵

Entonces para calcular estos índices de daño utilizamos la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\phi_m - \phi_y}{\phi_u - \phi_y} + \beta_e \frac{\int dE}{M_y} \quad (\text{Ec. 1.9.2.2.1})$$

Donde:

D: Índice de daño

ϕ_m : Curvatura máxima del elemento

ϕ_y : Curvatura de fluencia

ϕ_u : Curvatura última del elemento

β_e : Parámetro de degradación de resistencia

$\int dE$: Energía histerética acumulada

M_y : Momento de fluencia



La degradación de resistencia es muy baja en secciones de concreto armado por lo que este parámetro β_e sería despreciable y tendría poca participación en el índice de daño.⁴

Por lo tanto, la ecuación anterior se reduce a:

$$D = \frac{\phi_m - \phi_y}{\phi_u - \phi_y} \quad (\text{Ec. 1.9.2.2.2})$$

Entonces, los estados de daños se proponen en función de los índices de daño de la siguiente manera.¹⁰

$D < 0.1$: Sin daño o daño localizado

$0.1 < D < 0.25$: Daño menor, pequeños agrietamientos

$0.25 < D < 0.4$: Daño moderado, agrietamiento severo, por lo tanto, se genera el desprendimiento del recubrimiento localizado

$0.45 < D < 1$: Daño severo, desprendimiento del recubrimiento, por lo tanto, el refuerzo queda expuesto

$1 < D$: Colapso

Daños en Muros de Albañilería Confinada

Los muros confinados de albañilería y la tabiquería tienen dos posibilidades de daño: a) debido a movimientos en su plano; y b) debido a movimientos perpendiculares a su plano. Para



movimiento en su plano se sectorizará la curva Fuerza-Desplazamiento estimada para el análisis.⁴ Para movimientos perpendiculares a su plano los daños se calculan a partir de las derivas de entrepiso según la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Descripción De Daños En Muros De Albañilería

ESTADO DE DAÑO	DERIVA DE ENTREPISO	ACCIONES DE REPARACIÓN	FUNCIONALIDAD DEL EDIFICIO
DAÑO MENOR	0.48%	El muro necesita algunas reparaciones menores y acabados exteriores. Inyección en fisura de elemento de concreto, para reparación estructural	Totalmente funcional
DAÑO MODERADO	1.25%	Algunas partes del muro podrían necesitar demolición y reconstrucción. Inyección en fisura de elemento de concreto, para reparación estructural. Además el área dañada necesita reparación del acabado	Parcialmente funcional
DAÑO SEVERO	1.83%	El muro podría necesitar demolición y reconstrucción en muchas zonas. Inyección en fisura de elemento de concreto, para reparación estructural. Además el área dañada necesita reparación del acabado	Parcialmente funcional
DAÑO IRREPARABLE: DAÑO TOTAL DEL MURO	3.06%	El área dañada debe ser completamente demolida y el muro debe ser reconstruido	Parcialmente funcional

FUENTE: Adaptado De Chacón R. Y Paz I. Análisis De Desempeño Sísmico De Los Edificios Escolares Típicos 780 Post 7 De La Costa Peruana-2016



Daños en Losas de Concreto Armado

Las losas están orientadas horizontalmente y se apoyan sobre las vigas de la dirección transversal. En un evento sísmico en la dirección longitudinal, las vigas transversales no se cargarían sísmicamente entonces no se generaría daño sobre la losa. En un sismo sobre la dirección transversal los elementos de albañilería fallarían primero por lo que las vigas transversales apenas alcanzarían el régimen inelástico y su giro sería mínimo por lo que no habría daño sobre la losa. Entonces para este análisis no se estimará un costo de reparación para las losas aligeradas.⁴

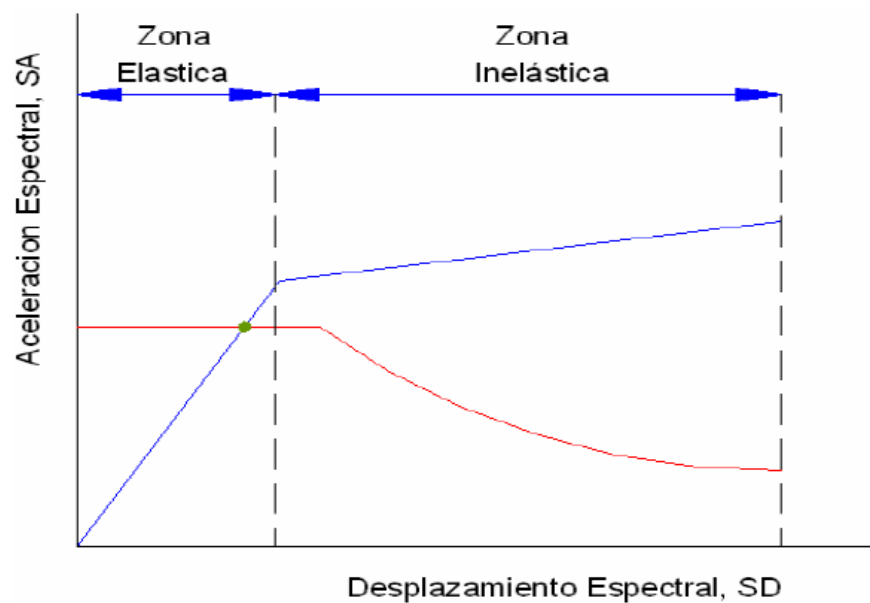
1.9.2.4 Metodología para Evaluar el Desempeño: Método del Espectro de Capacidad

El método del espectro de capacidad es un método gráfico donde se compara la capacidad de la estructura con las demandas que le impone un determinado movimiento sísmico. El método se basa en relacionar la respuesta de una estructura de un grado de libertad equivalente con la estructura de varios grados de libertad. La representación gráfica permite la evaluación visual de cómo la estructura se desempeñará cuando se somete a un movimiento sísmico.¹¹ Para determinar la capacidad de la estructura se realiza un análisis estático no lineal



(PUSHOVER) de donde se obtiene la curva fuerza desplazamiento (espectro de capacidad), este espectro de capacidad se compara con el espectro de demanda de la estructura que se construye a partir de la norma peruana E-030.

Figura N° 1: Espectro De Capacidad Y Demanda



Fuente: Navarro C. Y Fernández J. Desempeño Sísmico De Un Edificio Aporticado De Seis Pisos Diseñado Con Las Normas Peruanas De Edificaciones-2006

Análisis Estático no Lineal - Pushover

El análisis estático no lineal (Pushover) consiste en someter a la estructura a cargas laterales las que van teniendo incrementos muy pequeños y de manera monotónica hasta que llegue al colapso de la misma (muchas veces el colapso se presenta

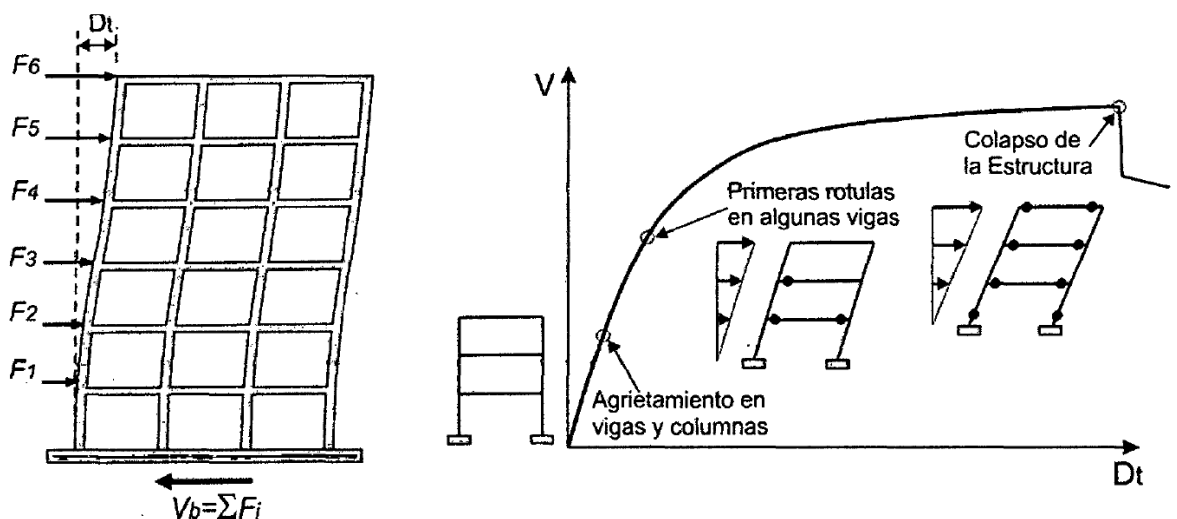


mucho después de los límites de desplazamiento por norma “DERIVAS”) esto con el fin de detectar cambios significativos en el comportamiento individual de cada elemento (fluencia, pandeo o falla) cosa que no permite un análisis lineal.

Cada salto de carga se registra tanto el desplazamiento en el punto de análisis (centro de masa de la cubierta) y el cortante aplicado en la base misma. Para con esto obtener la curva de capacidad.¹²

Con respecto al patrón de cargar se puede tomar una distribución lineal, triangular, parabólica o modal, Para la presente tesis se escogió una distribución modal de cargas.

Figura N° 2: Representación Pushover y Curva de Capacidad



Fuente: Choque J. Nivel De Desempeño Del Edificio “A” de la Universidad Privada del Norte-Sede Cajamarca-2013



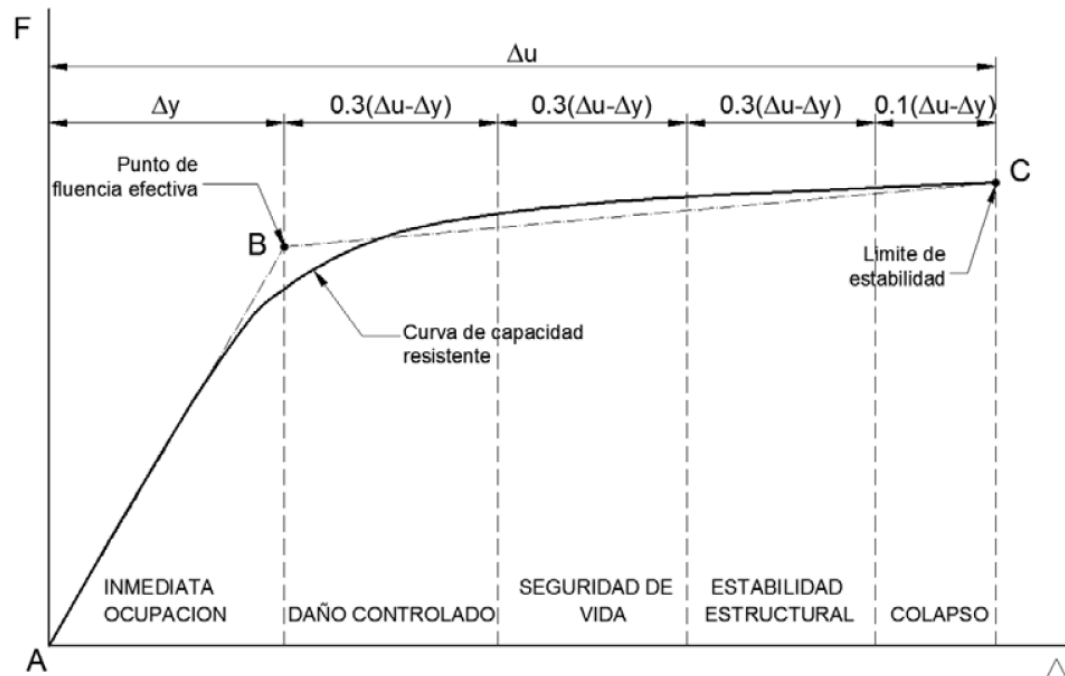
Procedimiento del Análisis Estático no Lineal

- Se define un primer caso no lineal asociado a las cargas gravitacionales vivas y muertas.
- Se define un segundo caso no lineal asociado a un patrón de cargas laterales (distribución modal), este segundo caso inicia al final del caso gravitacional.
- Se define un punto de control ubicado en el tope de la edificación (centro de masas del ultimo nivel) donde se va a monitorear el desplazamiento en función de cortante basal.
- Se aplican las rotulas plásticas en los elementos estructurales siguiendo los lineamientos del FEMA 356 o ASCE 41-13.
- Se obtiene el patrón de rotulas plásticas y la curva de capacidad (desplazamiento en el techo vs cortante en la base).

En la curva del análisis estático no lineal podemos representar los niveles de desempeño, estos niveles se definen a partir del desplazamiento de fluencia y del desplazamiento último de la estructura.



Figura N° 3: Sectorización de la Curva de Capacidad



Fuente: Quiroz E. Vulnerabilidad Sísmica de una Edificación Escolar Típica, Módulo 780 Pre Ndsr-1997-2017

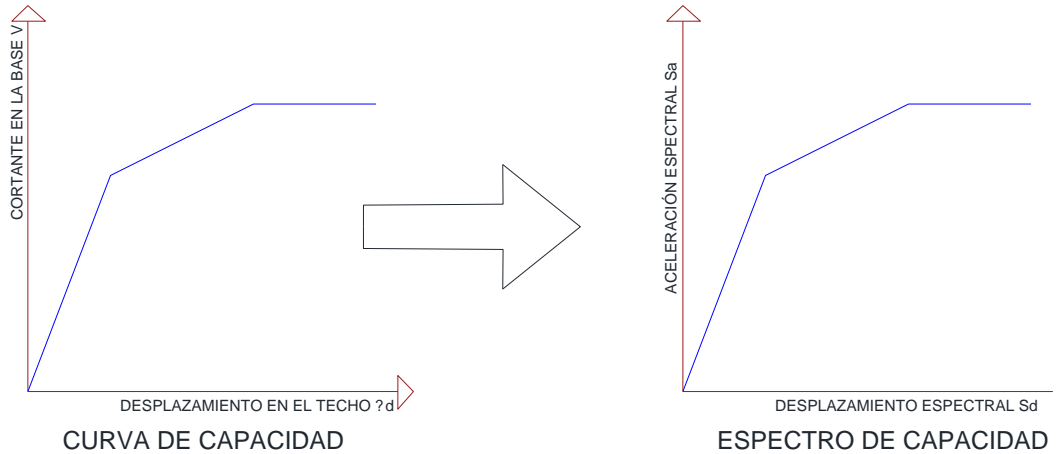
Procedimiento General para Obtener el Punto de Desempeño

1. **Conversión de la curva de capacidad a espectro de capacidad:** El proceso general para convertir la curva de capacidad a espectro de capacidad (formato ADRS), es el calcular el factor de participación modal PF_1 y el coeficiente de masa modal α_1 , para luego realizar la conversión punto a punto de las coordenadas de las



coordenadas de aceleración y desplazamiento espectral
 S_a y S_d .

Figura N°4: Curva y Espectro de Capacidad



Fuente: Adaptado de performance based seismic engineering of buildings, vols. II and I: Conceptual framework, SEAOC-1995

Aceleración espectral:

$$S_a = \frac{V}{W\alpha_1} \quad (\text{Ec 1.9.2.3.1})$$

Desplazamiento espectral:

$$S_d = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1\phi_{1tope,1}} \quad (\text{Ec 1.9.2.3.2})$$

Factor de participación sísmica del modo 1:

$$PF_1 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (w_i\phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (w_i\phi_{i1}^2) / g} \right] \quad (\text{Ec 1.9.2.3.3})$$



Coeficiente de masa del modo 1:

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^N w_i / g \right] \left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]} \quad (\text{Ec 1.9.2.3.4})$$

Donde:

W_i/g : Masa asignada al nivel i

$\phi_{i,1}$: Amplitud del modo 1 en el nivel i

N : Nivel "N", el nivel más alto de la estructura

W : Peso propio de la estructura con un porcentaje de la carga variable

Δ_{techo} : Desplazamiento en el techo, obtenida de la curva de capacidad (para cada valor de la cortante basal)

2. Conversión del espectro de respuesta al espectro de

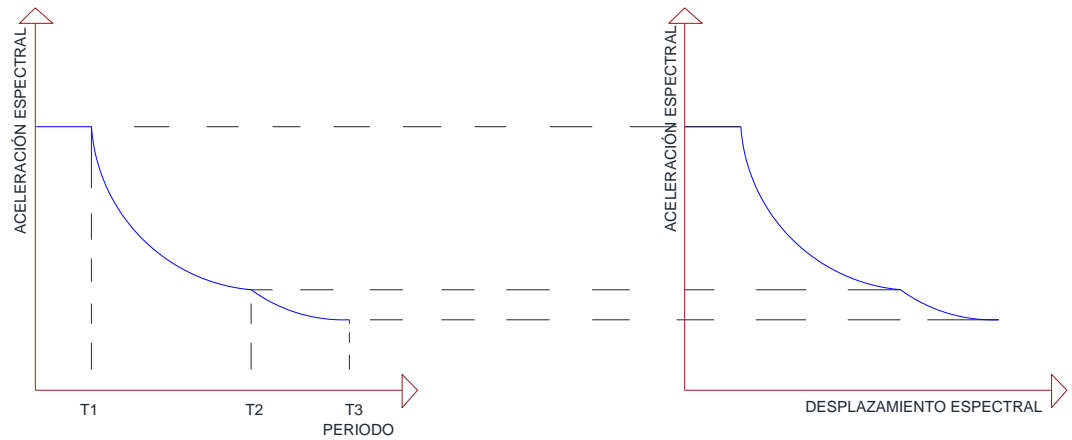
demanda: El espectro de respuesta (demanda) debe ser graficada en formato ADRS, para convertir un espectro común S_a , T_i a un formato S_a , D_i , se debe se determina cada S_{di} para cada T_i .

$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi} S_{ai} \quad (\text{Ec 1.9.2.3.5})$$

S_{di} : Desplazamiento espectral i para cada valor del periodo T_i y aceleración S_{ai}



Figura N° 5: Espectro de Demanda



Fuente: Adaptado de performance based seismic engineering of buildings, vols. II and I: Conceptual framework, SEAOC-1995





CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo y Nivel de Investigación

2.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación será EXPLICATIVO ya que se encontrará la relación entre las variables y se explicará por que se da esta relación.

2.1.2 Nivel de Investigación

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

2.2 Módulos Analizados

Para la presente investigación se tomó el módulo N° 03 de la institución educativa integrada N° 32004 San Pedro del distrito de Huánuco, ya que es un módulo moderno y representativos de otras instituciones dentro de la ciudad de Huánuco, el mismo que está destinado a aulas tanto en el primer como en el segundo nivel. Cuenta con un corredor al frente de sus puertas para la evacuación de los ambientes. El techo del módulo es a dos aguas y de concreto armado mediante una losa aligerada, proyectándose una cobertura con ladrillo pastelero. EL sistema estructural

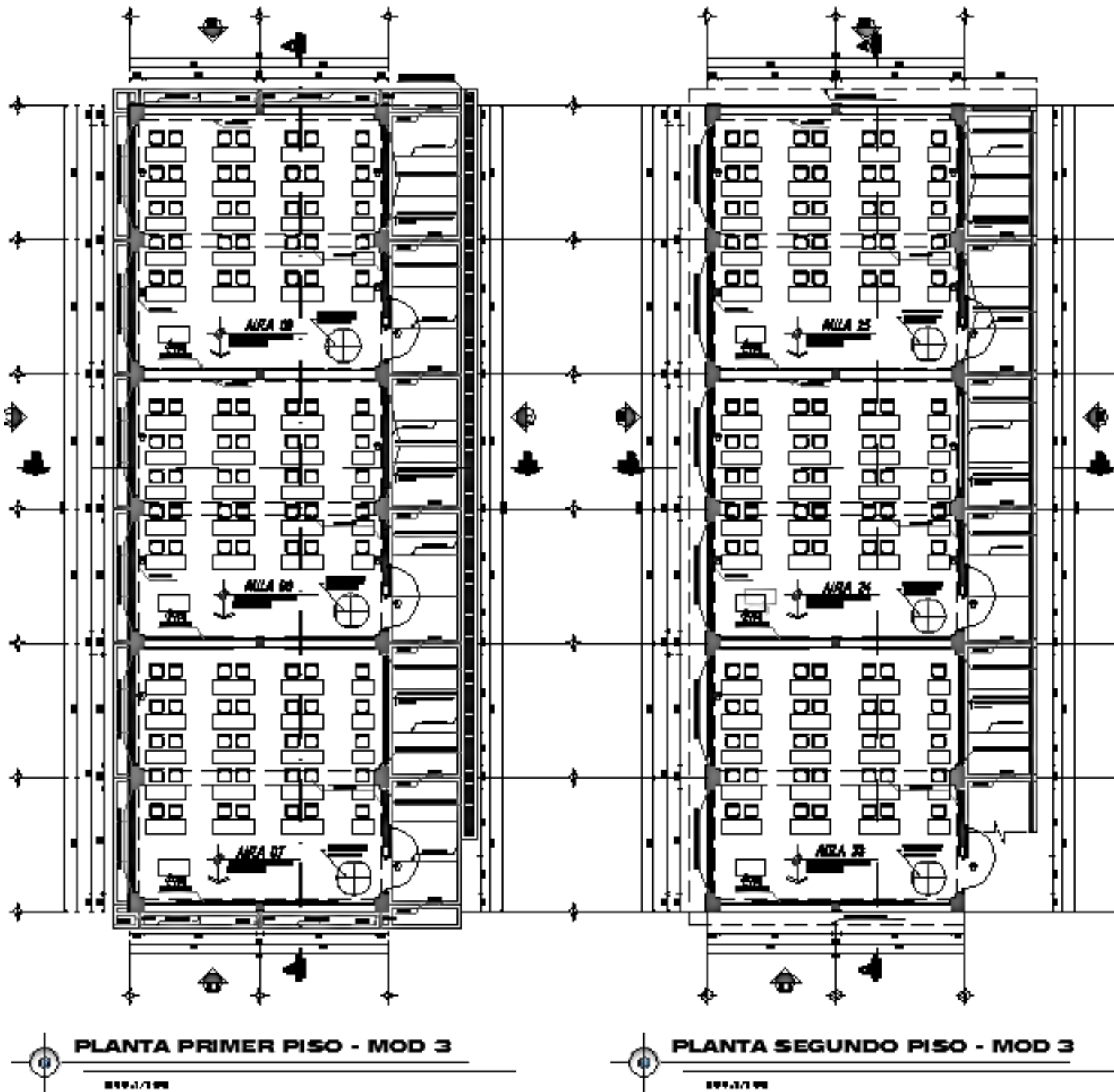


es a base de pórticos en la dirección X-X y a base de albañilería en la dirección Y-Y.

Se presentan a continuación los detalles estructurales, de los elementos que fueron empleados en el modelo; estos elementos estructurales los podemos apreciar con mayor precisión y amplitud en el anexo N° II.



Figura N° 6: Arquitectura Módulo N° 03



Fuente: Expediente Técnico

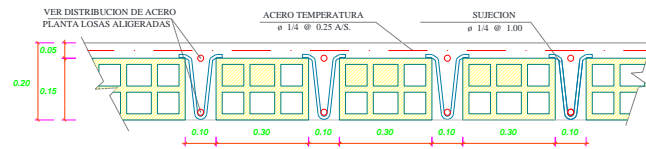


Figura N° 7: Cuadro de Columnas Módulo N° 03

CUADRO DE COLUMNAS MODULO 3					
	C1	C2	C-A1	C-A2	C-A3
1° PISO					
b x f	0.25 x 0.70 - 0.40 x 0.40	0.30 x 0.45 - 0.30, 0.45	0.23 x 0.25	0.13 x 0.25	0.13 x 0.25
ACERO	14 Ø 5/8"	12 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 3/8"	6 Ø 3/8"
ESTRIBO	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 6 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto @ 0.25
2° PISO					
b x f	0.30 x 0.60 - 0.30, 0.60	0.30 x 0.45 - 0.30, 0.45	0.23 x 0.25	0.13 x 0.25	0.13 x 0.37
ACERO	14 Ø 5/8"	12 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 3/8"	6 Ø 3/8"
ESTRIBO	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 6 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto @ 0.25

Fuente: Expediente Técnico

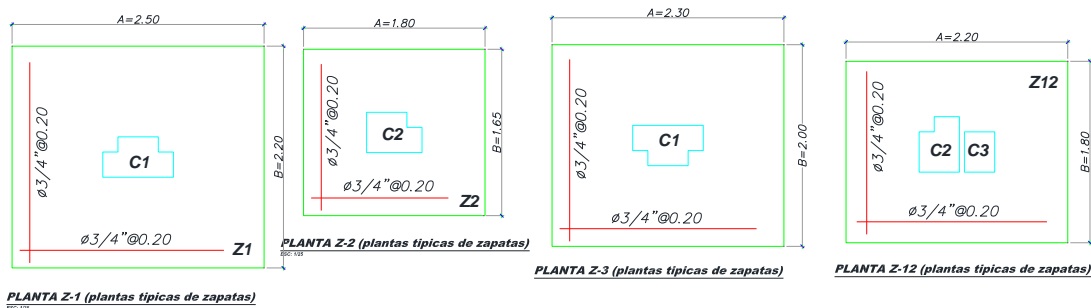
Figura N° 8: Cuadro de Zapatas y Detalle de Aligerado



DETALLE DE ALIGERADO
ESC: 1/10

CUADRO DE ZAPATAS

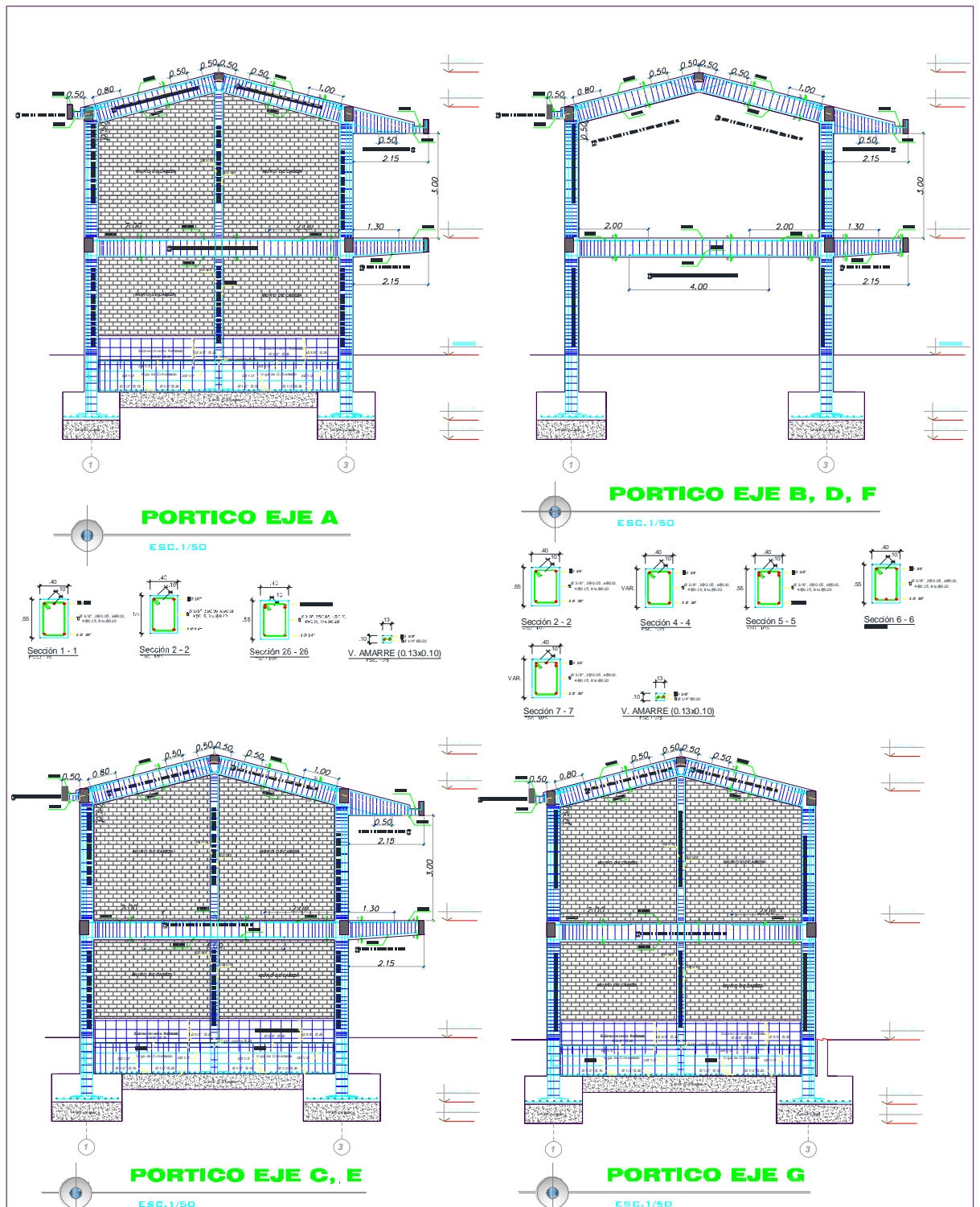
TIPO	Tipo de Columna	Sección Zapata		Peralte h1 (m)	H(m)	ND	REFUERZO				# ZAP.
		A(m)	B(m)				LADO "A"		LADO "B"		
Z-1	C-1	2.50	2.20	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	5
Z-2	C-2	1.80	1.65	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	3
Z-3	C-1	2.30	2.20	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	5
Z-12	C-2, C-3	2.20	1.80	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	1
							TOTAL				14



Fuente: Expediente Técnico



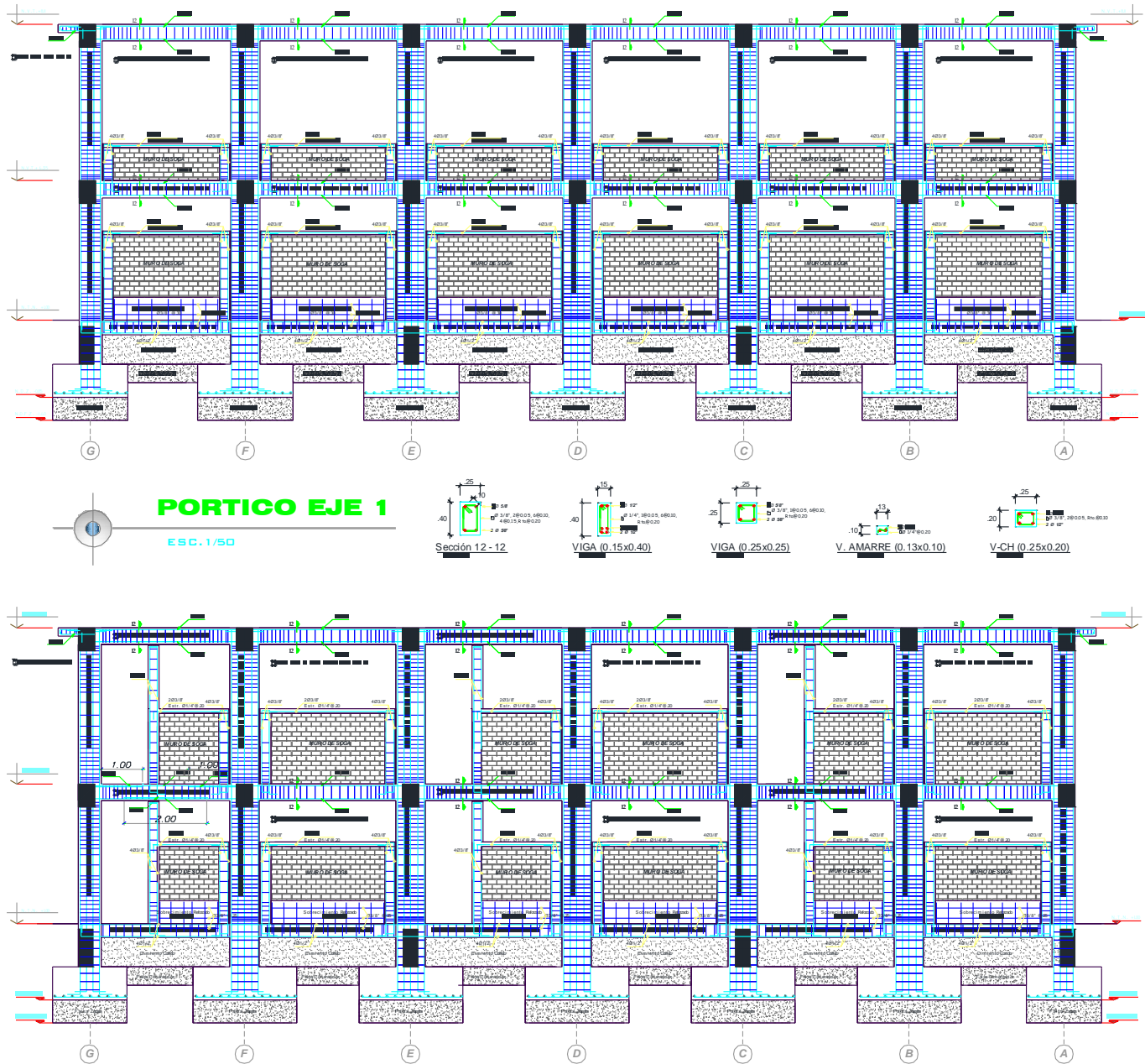
Figura N° 9: Detalle de Vigas y Pórticos Transversales



Fuente: Expediente Técnico



Figura N° 10: Detalle de Vigas y Pórticos Longitudinales



FUENTE: Expediente Técnico



2.3 Respuesta de la Estructura

2.3.1 Parámetros Sísmicos

Los parámetros sísmicos para el análisis de la estructura fueron los siguientes:

Zona 2:

- Factor de Zona “Z” = 0.25

Suelo intermedio S2:

- Factor de suelo “S” = 1.2
- $T_p = 0.6$
- $T_L = 2$

2.3.2 Cargas Consideradas

2.3.2.1 Cargas Estáticas

Cargas Muertas

La carga muerta está dada por el peso propio de la estructura, de acuerdo a la característica de los materiales. Así mismo se incluye en este tipo de Cargas el peso de acabados, el cual se asume como 100 kg/m² (piso típico) y el peso de tabiquería como 150 kg/m².



Cargas Vivas

La sobrecarga de diseño corresponde a COLEGIOS, lo cual es de 250 kg/m² (piso típico) y de 400 kg/m² en escalera y/o corredores en el caso de Techo o azotea se considera 50 kg/m² de acuerdo con la norma E.020 para techos cuya inclinación sea mayor a los 3°.

2.3.2.2 Cargas Dinámicas

Cargas de Sismo

Es un tipo de carga dinámica, ocasionado por el producto de una aceleración sísmica obtenida desde un espectro de respuestas, por la masa de la estructura en análisis.

2.3.3 Propiedades Elásticas de los Materiales

Las propiedades lineales de los materiales son los siguientes:

Resistencia del concreto : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

E Concreto : $E = 15000(f'c)^{0.5}$
kg/cm²

Resistencia del acero : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Albañilería : $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$



$$f'b = 145 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \text{ Albañilería} : E = 500 \cdot f'm$$

$$G \text{ Albañilería} : G = 0.4 \cdot E$$

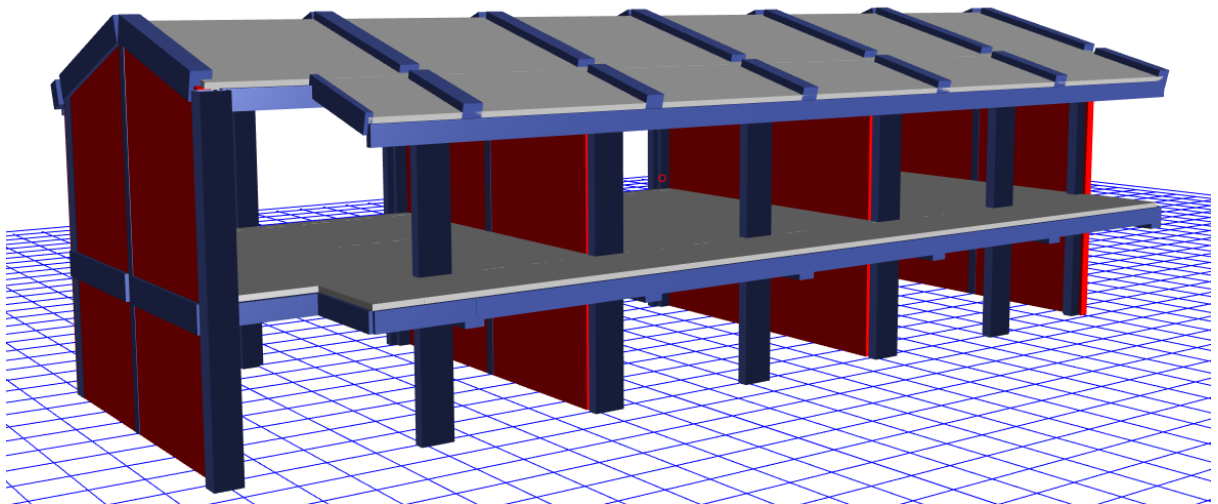
Amortiguamiento para el concreto: 0.05

Amortiguamiento para la albañilería: 0.15

2.3.4 Resultados del Análisis Lineal

Luego de realizar el modelamiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura N° 11: Modelamiento del Módulo N° 03



Fuente: Elaboración Propia



Derivas de Entrepiso

- Para el primer piso tenemos las siguientes derivas:
Deriva calculada en la dirección X-X: 0.000630
Deriva real en la dirección X-X: 0.00378
Deriva calculada en la dirección Y-Y: 0.000144
Deriva real en la dirección Y-Y: 0.00324
- Para el segundo piso tenemos las siguientes derivas:
Deriva calculada en la dirección X-X: 0.00045
Deriva real en la dirección X-X: 0.0027
Deriva calculada en la dirección Y-Y: 0.000079
Deriva real en la dirección Y-Y: 0.0009

Por lo tanto, tenemos que las mayores derivas ocurren en el primer piso, por lo que solo consideraremos dichas derivas.



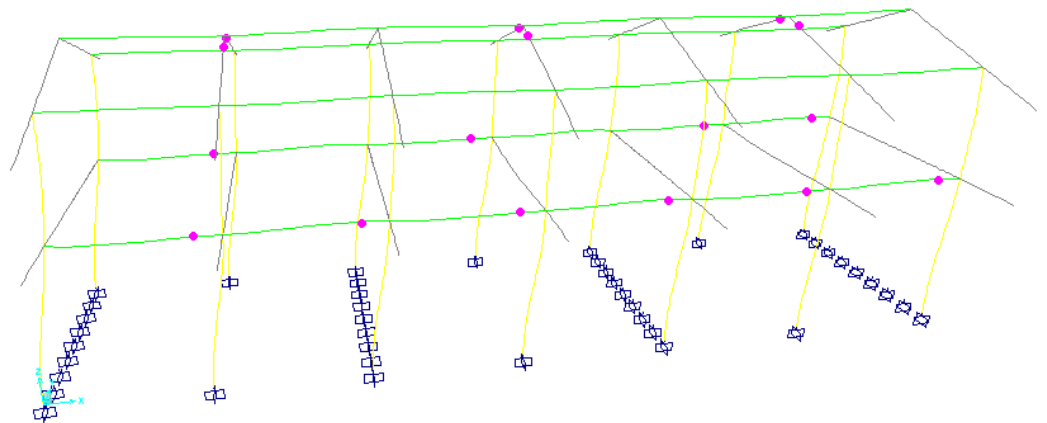
CAPÍTULO III

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Proceso de Formación de Rótulas Plásticas

Según el proceso de formación de las rótulas plásticas se observa que el tipo de falla será dúctil ya que las primeras rótulas ocurren en las vigas tanto para la dirección X como para la dirección Y.

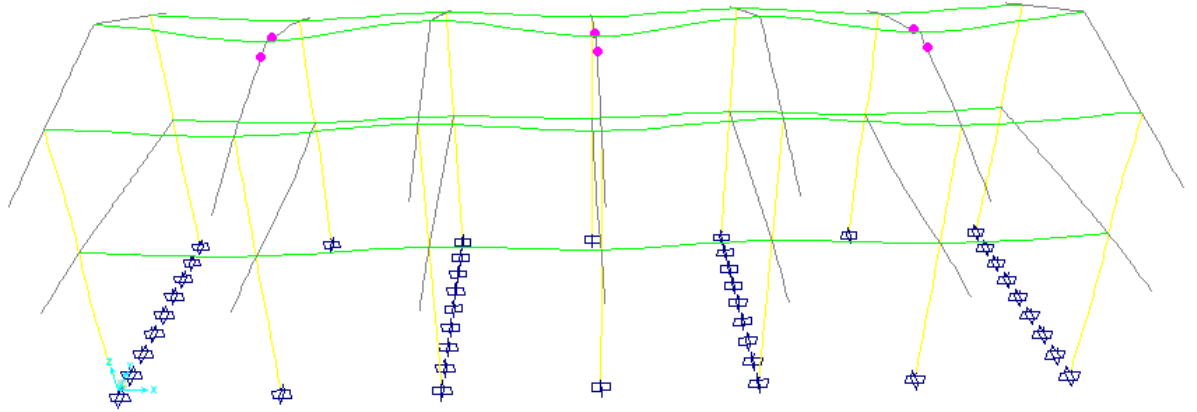
Figura N° 12: Formación de Rótulas en la Dirección X



Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 13: Formación de Rótulas en la Dirección Y

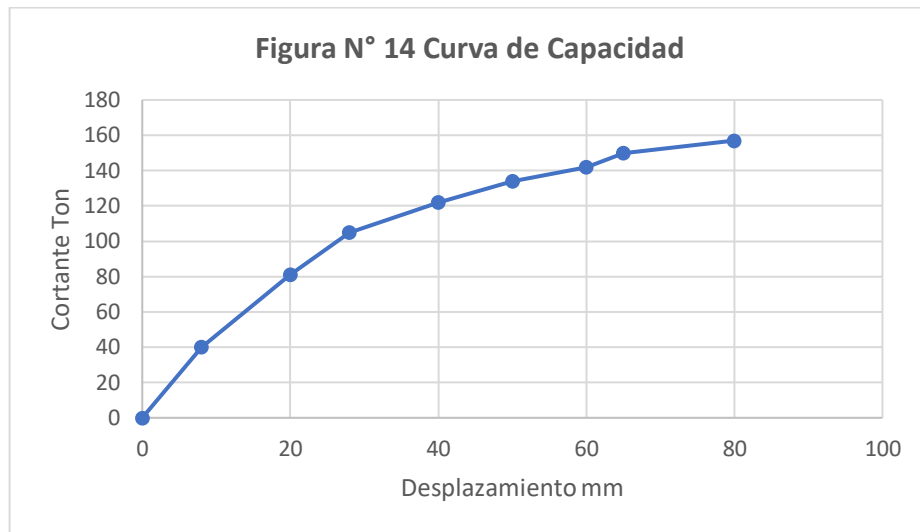


Fuente: Elaboración Propia

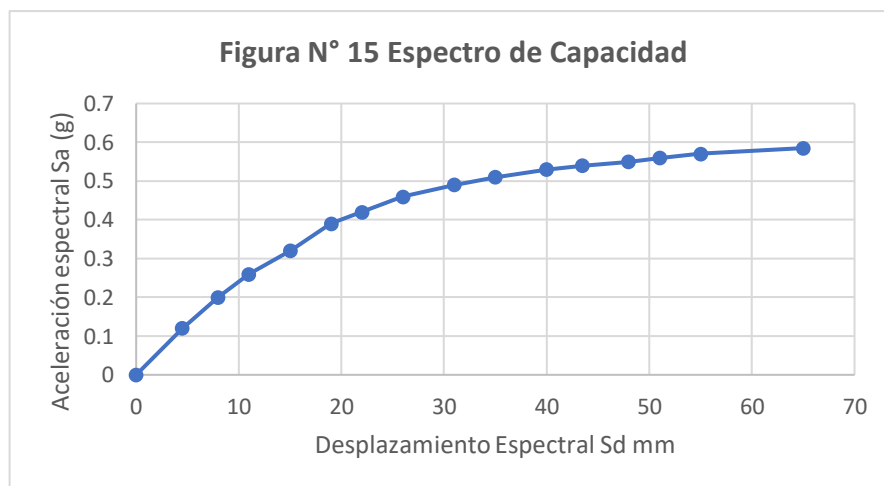
3.2 Curva de Capacidad de la Estructura

La curva de capacidad de la estructura se obtuvo a partir de un análisis estático no lineal, con un patrón de cargas lateral que toma en cuenta el primer modo de vibración.

Se puede apreciar en la figura que el módulo N° 03 de la institución educativa tiene una curva de capacidad prolongada lo que quiere decir que tiene una excelente capacidad de ductilidad.



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

3.3 Punto de Desempeño de la Estructura

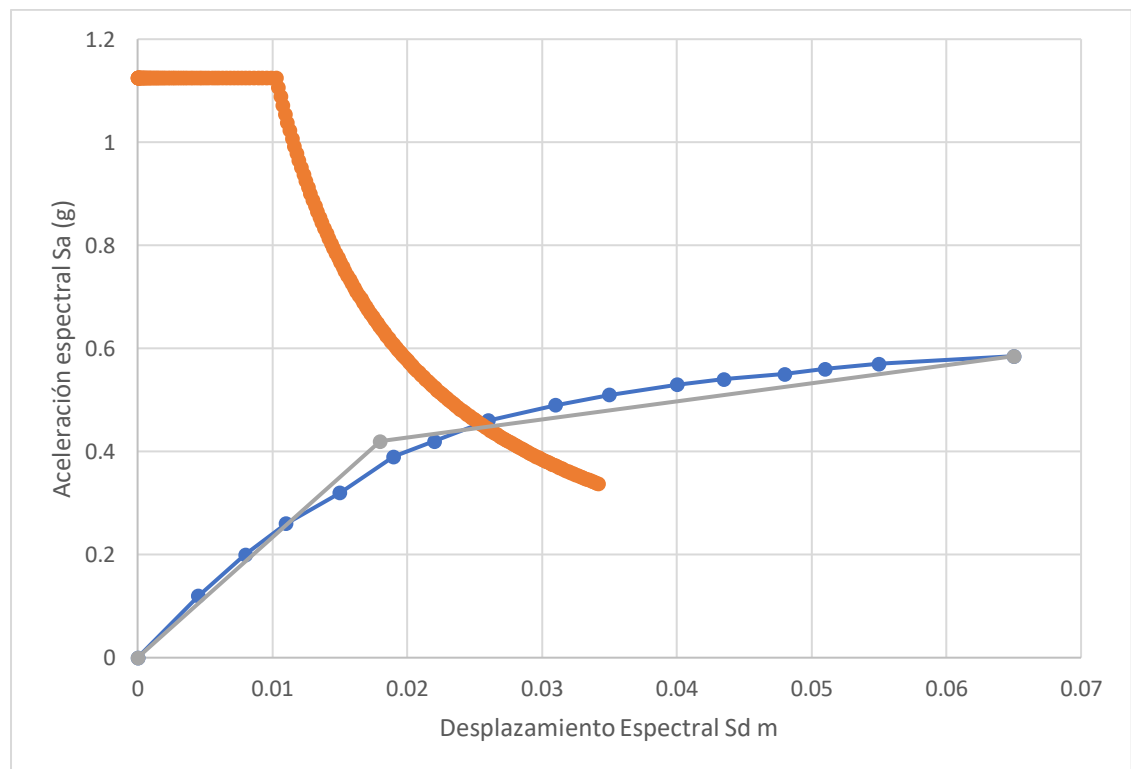
La intersección del espectro de capacidad con el espectro de demanda nos permite obtener el punto denominado como “punto de desempeño” o “punto de demanda” que nos indica cómo se comportará la estructura ante la sollicitación sísmica.



En la siguiente figura observamos lo siguiente:

EL punto de desempeño está ubicado en el rango no lineal de la estructura lo que nos indica que la estructura tendrá un excelente desempeño ante la sollicitación sísmica e incluso no incursionará en gran medida en el rango inelástico.

Figura N° 16: Punto de Desempeño



Fuente: Elaboración Propia

El punto de desempeño está ubicado en 2.7cm para un valor de Sa igual a 0.44g



3.4 Nivel de Desempeño, Daños y Vulnerabilidad Sísmica

3.4.1 Nivel de Desempeño

El desplazamiento de fluencia es de 19.82 mm y el desplazamiento último es de 81.5 mm y a partir de ello sectorizamos la curva de capacidad.

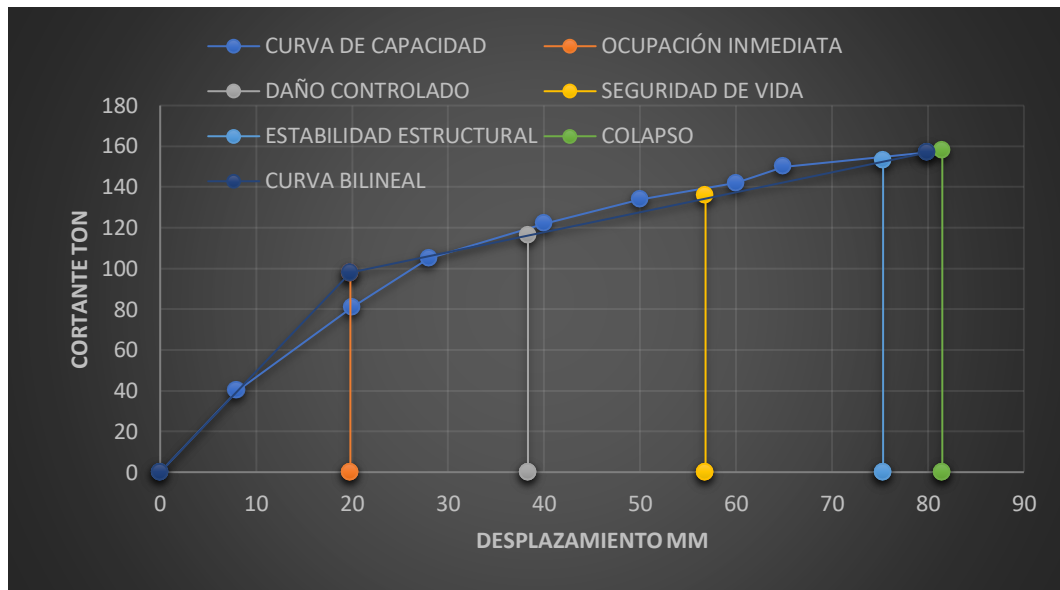
Tabla N° 08: Nivel de Desempeño Según ATC-40

NIVEL DE DESEMPEÑO ATC-40	FORMULA	RESULTADO
Ocupación inmediata	ΔY	19.82
Daño controlado	$\Delta Y + 0.3(\Delta U - \Delta Y)$	38.324
Seguridad de vida	$\Delta Y + 0.6(\Delta U - \Delta Y)$	56.828
Estabilidad estructural	$\Delta Y + 0.9(\Delta U - \Delta Y)$	75.332
Colapso	ΔU	81.5

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 17: Sectorización de la Curva de Capacidad



Fuente: Elaboración Propia

A partir de esta figura concluimos que la institución educativa se encontrará dentro del nivel de desempeño definido como DAÑO CONTROLADO.

3.4.2 Daños en la Estructura.

La estructura en estudio se encuentra dentro del nivel de desempeño definido como DAÑOS CONTROLADO del ATC 40, que la podemos relacionar con el nivel de OPERACIONAL del SEAOC, entonces el daño que presentará será LEVE cuyos daños se toman de la tabla N° 04 y se describen a continuación:



Tabla N° 4: Estados de Daño (Repetida)

ESTADO DE DAÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
DESPRECIABLE	TOTALMENTE OPERACIONAL	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios
LEVE	OPERACIONAL	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad
MODERADO	SEGURIDAD DE VIDA	Daños moderados en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. El sistema en su totalidad permanece funcionando. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse. Puede ser necesario cerrar el edificio temporalmente.
SEVERO	CERCA AL COLAPSO	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.
COMPLETO	COLAPSO	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación.

Fuente: Adaptado de Performance Based Seismic Engineering of Buildings, Vols. II and I: Conceptual Framework, SEAOC-1995

Para calcular los daños en los pórticos nos apoyamos en la tabla N° 05 del ítem 1.9.2.2, para ello tomamos las derivas de entrepiso a partir del análisis dinámico. Las derivas que nos interesan son las derivas en la dirección X-X, puesto que los daños en la dirección Y-Y se describen líneas arriba de manera general.

- Para el primer piso tenemos las siguientes derivas:
Deriva calculada en la dirección X-X: 0.000630
Deriva real en la dirección X-X: 0.00378
- Para el segundo piso tenemos las siguientes derivas:





Deriva calculada en la dirección X-X: 0.00045

Deriva real en la dirección X-X: 0.0027

Al tener una deriva máxima del 0.38% y una edificación de dos pisos (baja altura) y trasladar estos datos a la tabla N° 05 obtenemos que los daños en los pórticos serán LIGEROS y cuya descripción es la siguiente: “Grietas por flexión o cortante de poco espesor (cabello) en algunas vigas o columna cerca o dentro de las juntas”.

Finalmente, para calcular los daños en los muros de albañilería empleamos la tabla N° 07, donde el límite para la deriva de entrepiso es de 0.48%, al tener nosotros una deriva de 0.38% nos encontramos en el estado de daño para albañilería definida como DAÑO MENOR cuya descripción es la siguiente: “El muro necesita algunas reparaciones menores y acabados exteriores. Inyección en fisura de elemento de concreto, para reparación estructural”

3.4.3 Vulnerabilidad Sísmica

Para calificar la vulnerabilidad sísmica de la estructura nos basamos en el ítem 1.9.1.1. Entonces definimos el valor de I_1 (antigüedad de diseño) de 0.1 (muy moderna) a 0.3 (valor muy conservador) puesto que en el diseño se utilizó una normativa relativamente antigua y su respectivo $\alpha_i=0.25$, el valor de I_2 (Tipo de sistema estructural) lo definimos de 0.3 a 0.6 puesto que tenemos un sistema frágil en la



dirección Y-Y y dúctil en la dirección X-X y su respectivo $\alpha_2=0.4$, el valor de I_3 (Irregularidad) lo definimos de 0.2 a 0.3 puesto que en el expediente técnico se indica que asumen una estructura “regular” y su respectivo $\alpha_3=0.25$, finalmente el valor de I_4 (Deterioro) lo definimos como 0.1 puesto que esta estructura se viene construyendo en estas fechas y su respectivo $\alpha_3=0.10$.

Tomando los valores extremos tenemos la siguiente tabla:

Tabla N° 09: Índices de Vulnerabilidad Calculados

VULNERABILIDAD ASOCIADA	INDICES ESPECÍFICOS		PESO
ANTIGÜEDAD Y NORMA EMPLEADA	0.10	0.30	0.25
TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL	0.30	0.60	0.4
IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL Y ARQUITECTÓNICA	0.20	0.30	0.25
GRADO DE DETERIORO	0.10	0.10	0.1
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	0.205	0.40	

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que a pesar de tomar valores muy conservadores el índice de vulnerabilidad nos arroja un valor de 0.40 y trasladándonos a la tabla N° 3 tenemos que la estructura la podemos clasificar como de BAJA VULNERABILIDAD SÍSMICA.



Tabla N° 3: Calificación de la Vulnerabilidad (Repetida)

Calificación	Valores de I_v
Elevada	0,70-1
Media	0,40-0,70
Baja	0,20-0,40

Fuente: Guía Para La Evaluación De Edificaciones Con Fines De Adecuación Sísmica, Ingeniería Sísmica Caf-2014





CONCLUSIONES

1. Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco tendrán un adecuado nivel de desempeño ante sollicitaciones sísmicas.
2. Se valida la hipótesis, concluyendo que las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco son poco vulnerables ante amenazas sísmicas.
3. Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco tendrán 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 que 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 computo 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.



LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

1. Realizar el estudio de instituciones educativas de mayor antigüedad.
2. Trasladar el presente estudio a edificaciones particulares destinadas a albergar a gran número de personas.
3. Estudiar las edificaciones de baja altura, construidas sin el empleo de normas y sin contar con diseños sísmicos (viviendas autoconstruidas).
4. Estudiar otras edificaciones esenciales como centros de salud en la ciudad de Huánuco.
5. Estudiar Las instituciones educativas construidas en lugares lejanos a la ciudad de Huánuco.
10. 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.



BIBLIOGRAFÍA

1. Santana Tapia, Ronald Daniel. “Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada” Tes. Maestro en ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
2. Astorga Mendizábal, María Angela y Aguilar Vélez, Rafael. “Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas” Tes. Magister en ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006.
3. Fernández Párraga, Alan y Párraga Catay, Cintia Natali. “Vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo metropolitano” Tes. Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.
4. Loa Canales, Gustavo Juan Franklin. “Evaluación del desempeño sísmico y tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997” Tes. Magister en ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
5. Quiroz Rojas, Edward Alberto. “Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica, módulo 780 pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales” Tes. Magister en ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.





6. Andrés López, Oscar “Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de adecuación sísmica”, Guía Ingeniería sísmica CAF Banco de Desarrollo de América Latina, Caracas-Venezuela, Noviembre 2014
7. Maldonado Rondón, Esperanza; Jasbón Carbajal, Neyid y Chio Cho, Gustavo. “Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado” Revista Ingeniería de Construcción Bucaramanga-Colombia, N° 25, marzo 2010, pp 64-65.
8. SEAOC, Visión 2000, “Performance based seismic engineering of buildings, vols. II and I: Conceptual framework” Structural Engineers Association of California, California-Estados Unidos, Marzo 1995.
9. ATC-40, “Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings”. Applied Technology Council, report ATC-40. Redwood City-Estados Unidos, Enero 1996.
10. Olarte Navarro, Jorge. “Bases técnicas para la estimación de perdidas con fines de seguro de terremoto” Centro Peruano Japonés de Investigaciones sísmicas y mitigación de desastres CISMID, Lima-Perú, enero 2005.



11. Lagos Cárdenas, Rene. “Diseño sísmico basado en desempeño, tendencias actuales y experiencia chilena” marzo 2015, Santiago de Chile-Chile.
12. Mihaita Mihai, Iasicon “A theoretical review of the damage indices used to model the Dynamic nonlinear behavior of reinforced concrete structures” Boletín del instituto político, Greorghe Asachi Universitatea, Iasi-Rumania, abril 2013.
13. Carrillo León, Julio. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras utilizando un diseño por desempeño” Revista Dyna, Nueva Granada-Colombia, N° 155, diciembre del 2007, pp2-3.
14. Gonzales Torres, Camilo Andrés. “Análisis estático no lineal (PUSHOVER) de una estructura a porticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Aplicando la norma sismorresistente colombiana 2010 (NSR-10)” Tes. Master en construcciones e instalaciones industriales, Universidad Politécnica de Valencia, 2017.



ANEXOS



ANEXO N° 01: PLAN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PLAN DE TESIS:

*“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS
DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES”*

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

TESISTA:

BACH/ING. CIVIL CARNERO SORIA, ALDO LUIS

ASESOR:

ING. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA

HUÁNUCO-PERU

2018



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



PROYECTO DE TESIS 4
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 4
1.1.1 ANTECEDENTES 4
1.1.2 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA 5
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 5
1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL..... 5
1.2.2 FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... 6
1.3 OBJETIVOS 6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL 6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 6
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 6
1.5 LIMITACIONES 6
2. MARCO TEÓRICO 7
2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES 7
2.2 MARCO SITUACIONAL 12
3. HIPOTESIS, VARIABLES, INDICADORES Y DEFINICIONES OPERACIONALES 12
3.1 HIPOTESIS: GENERAL Y ESPECIFICAS 12
3.1.1 HIPOTESIS GENERAL..... 12
3.1.2 HIPOTESIS ESPECIFICAS..... 13
3.2 SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES..... 13
3.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES 13
3.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES..... 13
3.3 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES..... 13
4. MARCO METODOLÓGICO 14
4.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN 14
4.1.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN..... 14
4.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN 14
4.2 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN 14
5. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA 15
5.1 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN 15
5.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA 15
6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS 15





ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



6.1 FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
6.1.1 FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
6.1.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
6.2 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS	16
7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES	16
7.1 POTENCIAL HUMANO.....	16
7.2 RECURSOS MATERIALES	16
7.3 RECURSOS FINANCIEROS.....	17
7.4 COSTOS.....	17
7.5 CRONOGRAMA DE ACCIONES.....	18
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	¡Error! Marcador no definido.





PROYECTO DE TESIS

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 ANTECEDENTES

Un estudio similar lo realizó **Santana, R. (2012)** en su tesis “Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada” en el que, del análisis estático no lineal (PUSHOVER), concluye que una edificación de albañilería confinada diseñada con las normas peruanas E 030 y E 070 presenta un buen desempeño sismorresistente en el estado no lineal; sin embargo, del análisis no lineal dinámico (ANLD), concluye que misma edificación diseñada con las normas peruanas E 030 y E 070 no cumple con los objetivos de desempeño.

Se sabe también que para un sismo frecuente, 50 años de periodo de retorno, las edificaciones escolares de concreto-albañilería posteriores a 1997, tendrían un factor de daño medio del 5%; mientras que para un sismo raro, periodo de retorno de 500 años, estas edificaciones tendrían un factor de daño del 38%; todo esto gracias a la tesis “evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas” desarrollada por Astorga, M. y Aguilar, F. (2006).

Gracias a la tesis “vulnerabilidad sísmica de centros educativos de Huancayo metropolitano” desarrollada por Fernández, A. y Parraga, C. (2013) sabemos que el número de pisos no es una característica para definir si una estructura es o no vulnerable, ya que la característica que mas incide es el tipo de sistema estructural, también podemos decir que los módulos que han sido construidos antes que se promulgue el código sismorresistente son los más vulnerables ya que el comportamiento sísmico de las estructuras han ido mejorando en mérito al código sismorresistente y sus modificaciones a través del tiempo.



1.1.2 FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Huánuco del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-Huánuco se encuentra en la zona sísmica de tipo $Z=2$ según la norma E 030 de nuestro reglamento nacional de edificaciones; en dicha ciudad se viene realizando la construcción de varias edificaciones importantes que son clasificadas como edificaciones esenciales según nuestra norma, siendo estas muy importantes para brindar los servicios de educación de manera adecuada a los estudiantes de la ciudad de Huánuco; estas edificaciones fueron diseñadas empleando métodos tradicionales de diseño sismorresistente, como es el caso del diseño por resistencia, este diseño no muestra el comportamiento estructural que tendrá la edificación a lo largo de su vida útil, basándose en criterios de protección ante un sólo nivel de amenaza sísmica.

A estas alturas el desarrollo del conocimiento y la tecnología nos permiten realizar diseños sismorresistentes en los que se puede mostrar el comportamiento estructural que tendrán las edificaciones ante eventos sísmicos a lo largo de su vida útil, pudiendo considerar varios niveles de amenaza sísmica. Siendo entonces posible emplear modelos no lineales para estudiar la vulnerabilidad sísmica que tendrán las estructuras en mención.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

¿Qué tan vulnerables sísmicamente serán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco?



1.2.2 FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles serán los niveles de daño que se presentarán en las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco diseñadas con el RNE?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Calcular los niveles de daño que se presentarán en las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco diseñadas con el RNE

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente investigación nos permitirá conocer la vulnerabilidad ante diferentes niveles de amenaza sísmica que tendrán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco y así tomar algunas decisiones de reforzamiento, a validar el buen comportamiento de las edificaciones diseñadas con las normas actuales o a tomar decisiones de mejora en los futuros diseños ya que se creará un antecedente del diseño sismorresistente de instituciones educativas. Esta investigación ayudará entonces a aclarar que tan vulnerables sísmicamente son las instituciones educativas diseñadas con las normas actuales al utilizar métodos no lineales para su análisis.

1.5 LIMITACIONES

A pesar de que no existe abundante información, de lo complejo que resulta realizar un diseño por desempeño sísmico y del tiempo que implica realizar estos diseños asumo que la información actual y la capacidad computacional actuales son suficientes para realizar este trabajo de investigación.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

VULNERABILIDAD

Se entiende por vulnerabilidad a la relación entre la respuesta de la estructura sometida a una determinada intensidad sísmica y el nivel de daño, es decir, el grado de pérdida de un elemento o varios elementos estructurales ante una demanda sísmica; esto según Quiroz, E. (2017).

FUNCIÓN DE VULNERABILIDAD

Rondon, E, Jاسبón, N, Cho, G (2010) en su trabajo de investigación nos definen la función de vulnerabilidad como una relación matemática que expresa de forma continua el daño que puede sufrir un tipo específico de estructura, cuando se somete a una sollicitación sísmica de determinado nivel. Las funciones de vulnerabilidad se deducen por medio de una regresión estadística de los datos de daño observados o generados artificialmente.

Para calcular el valor del daño esperado en la estructura nos apoyamos en el informe preparado por Olarte, J (2005) en el que nos dice que, al tener el valor de la distorsión máxima de entrepiso, nos podemos ayudar de la siguiente formula

$$E(\beta|\gamma_i) = 1 - \exp \left[\ln 0.5 \left(\frac{\gamma_i}{\gamma_o} \right)^\varepsilon \right]$$

donde β es la pérdida bruta, γ_o y γ_i son parámetros de vulnerabilidad estructural que dependen del sistema estructural y la fecha de construcción, y $E()$ es el valor esperado. β es la proporción entre el costo de reparación y el costo total, y su valor está entre 0 y 1.



DESEMPEÑO SISMICO

Para entender el comportamiento que tendrá la estructura al ser analizada mas allá del rango elástico y saber también cuan vulnerable es esta, se debe entender el concepto de desempeño sísmico.

Se califica el desempeño de una edificación, comparando el desempeño ideal que debería tener de acuerdo a su importancia según su comportamiento ante los diferentes niveles de peligro sísmico **SEOAC (1995)**. **Botas, G (2013)** nos dice que el diseño por desempeño es una forma de plantear los criterios de aceptación, para el análisis y diseño de estructuras, haciendo énfasis en el comportamiento esperado, el control de daños estructurales y no estructurales y los niveles de seguridad establecidos.

Sismo de diseño	Probabilidad de excedencia en 50 años de exposición	Periodo de retorno
Sismos frecuentes	69%	43 años
Sismos ocasionales	50%	72 años
Sismos raros	10%	475 años
Sismos muy raros	5%	970 años

Tabla N° 01 Niveles de amenaza sísmica según propuesta del SEAOOC para distintos valores del periodo de retorno (Quiroz, E 2017)

DAÑO LOCALES

Según Loa, G. (2017) podemos dividir los daños locales de una estructura en: daños en elementos de concreto armado: Placas, vigas y columnas, daños en muros de albañilería, daños en losas aligeradas y daños en elementos no estructurales.



NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO

La propuesta del SEAOC define cinco valores de desempeño en base al límite de desplazamiento de la estructura que corresponden a sectores definidos de la curva de capacidad de la estructura y de los diagramas fuerza-deformación de sus elementos (Quiroz, E 2017)

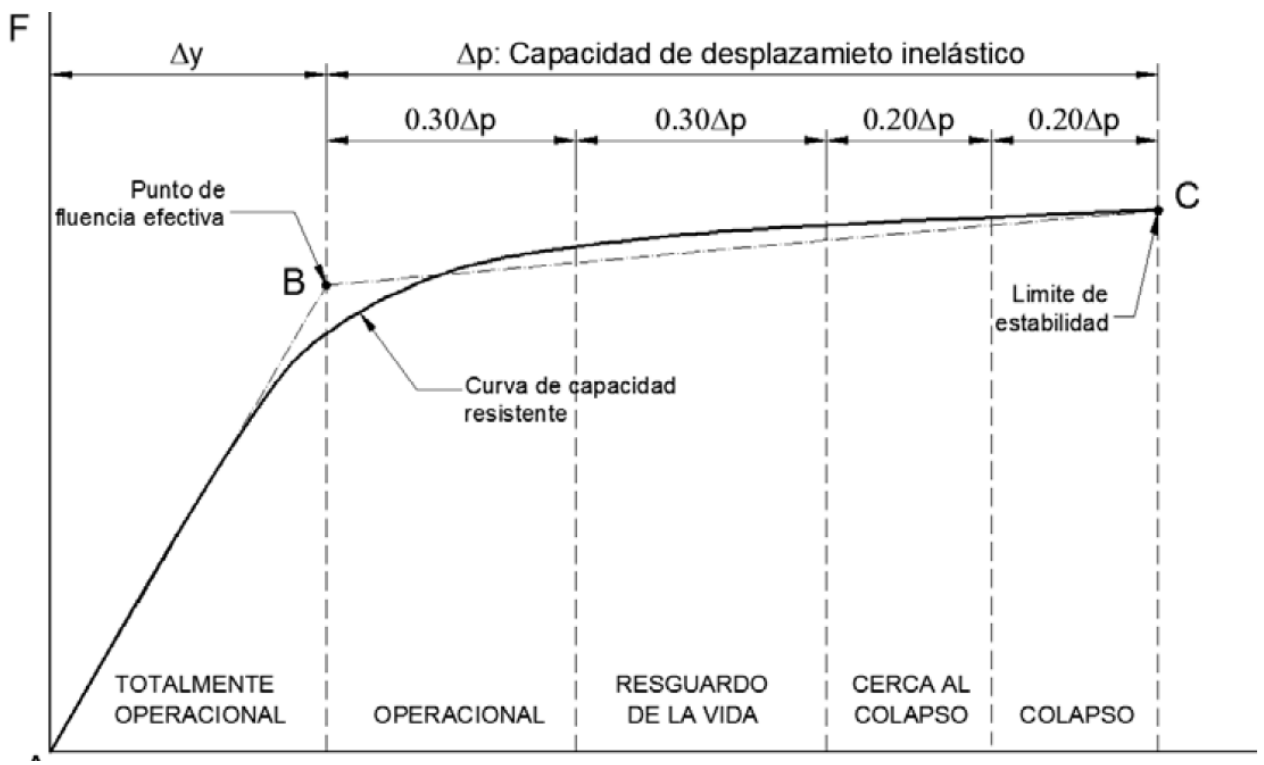


Figura N° 01 Sectorización de la curva de capacidad propuesta por SEAOC (Boza, Z. Galan, D. 2013)



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



Nivel de desempeño	Descripción de los daños	Estado de daño	Límite de desplazamiento del sistema
Totalmente operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Todas las instalaciones y servicios operan normalmente luego del sismo	Despreciable	Δy
Operacional	Daños ligeros en elementos estructurales y en componentes no estructurales. Las instalaciones y servicios están operativos o podrían estar parcialmente interrumpidos, pero de fácil recuperación.	Leve	$\Delta y + 0.30 \Delta p$
Resguardo de vida	Daño estructural y no estructural moderado. La estructura aún conserva un margen de seguridad contra el colapso. El edificio podría repararse aunque no siempre sea económicamente aconsejable.	Moderado	$\Delta y + 0.60 \Delta p$
Cerca al colapso	Daño estructural severo. Falla de elementos no estructurales. La seguridad de los ocupantes se encuentra comprometida, las réplicas podrían ocasionar colapso.	Extenso	$\Delta y + 0.80 \Delta p$
Colapso	Colapso estructural. No es posible reparar la edificación.	Completo	$\Delta y + 1.00 \Delta p$

Tabla N° 02 Niveles de desempeño según SEAOC (Quiroz, E. 2017)

MODELOS DE ANALISIS NO LINEAL DE ESTRUCTURAS

Para realizar el análisis no lineal de estructuras tenemos dos métodos conocidos, El espectro de capacidad y el análisis dinámico incremental (IDA).

ESPECTRO DE CAPACIDAD

Para estimar el desempeño por este método, se debe conocer la capacidad de la estructura y la demanda a la cual estará sometida. La capacidad se puede determinar mediante un análisis estático no lineal, conocido comúnmente como PUSHOVER, el cual permite obtener la curva de capacidad de la estructura, curva fuerza-desplazamiento. La demanda se presenta mediante un espectro y es obtenida por el estudio de las fuentes sísmicas o mediante los parámetros establecidos en la norma. Entonces el método permite comparar la capacidad con la demanda mediante una intersección de espectros (LOA, G 2017)





ANALISIS DINAMICO INCREMENTAL (IDA)

Gracias a la investigación de LOA, G 2017 sabemos lo siguiente: El método IDA es un método más sofisticado que el método del espectro de capacidad para estimar el desempeño sísmico de una estructura. Consiste en someter a la estructura a diferentes registros sísmicos y predecir su respuesta sísmica en base a las propiedades constitutivas y dinámicas de los materiales. Las herramientas más conocidas para realizar un análisis dinámico no lineal son:

Elementos finitos: Es una herramienta poderosa, pero insostenible en edificaciones por consumir una gran cantidad de hardware, incluso teniendo modelos pequeños. La principal ventaja del método es que permite predecir el estado de daño de los elementos a detalle.

b. Macro elementos: El método consiste en utilizar las curvas esfuerzo – deformación y mediante el método de las fibras incorporan modelos histeréticos para diversos elementos (vigas, columnas, muros, rotulas, cables, etc.). La desventaja de esta herramienta es que no permite predecir de una forma tan exacta la respuesta del sistema estructural. Sin embargo, es ideal para respuestas de desplazamiento (rotaciones, curvaturas, deformaciones de entrepiso, etc.)

El método IDA permite tener un conocimiento profundo del rango de respuestas vs niveles de aceleración en el suelo "demandas". Permite una mejor comprensión de la respuesta estructural con el incremento de la aceleración en la tierra y de las implicaciones estructurales generadas por grandes niveles de PGA (por ejemplo, cambios en los patrones de deformación pico con la altura, inicio de fluencia y la degradación de la fuerza y sus patrones y magnitudes). En el tiempo de ocurrencia del sismo, los elementos entran también en un ciclo de carga y descarga. Las columnas y



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



las vigas cambian sus rotaciones con el tiempo, mientras las columnas cortas se basan en desplazamientos.

2.2 MARCO SITUACIONAL

En nuestra ciudad son muy escasos los diseños empleando modelos no lineales a pesar de que se cuentan con las herramientas tecnológicas necesarias. Falconí, R 2003 nos dice: “No olvidemos que el diseño de una estructura de hormigón armado no termina cuando se han obtenido las secciones y la armadura horizontal y vertical de sus elementos. Al contrario, ahí se inicia la verificación del desempeño en términos estructurales y económicos que va a tener esa estructura ante diferentes sismos. Es muy probable que al verificar el desempeño se encuentren deficiencias en la estructura y se está a tiempo de corregirlas y optimizar el funcionamiento de la edificación. No hacerlo a pesar de contar con un gran desarrollo informático, de contar con los resultados de una gran cantidad de ensayos de laboratorio, de contar con una gran cantidad de contribuciones científicas, no hacerlo sería inaceptable e imperdonable”. Sin embargo, en nuestra ciudad es poco frecuente hacerlo es por ello que en la presente tesis se realizará un estudio de la vulnerabilidad de una institución educativa típica dentro de la ciudad de Huánuco para tener así una idea del desempeño sísmico que tendrá la estructura.

3. HIPOTESIS, VARIABLES, INDICADORES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1 HIPOTESIS: GENERAL Y ESPECIFICAS

3.1.1 HIPOTESIS GENERAL

Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco serán poco vulnerables ante amenazas sísmicas.





ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



3.1.2 HIPOTESIS ESPECIFICAS

Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco diseñadas con el RNE presentará un nivel de daño que permita la seguridad de vida de los ocupantes.

3.2 SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

3.2.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Instituciones educativas de la ciudad de Huánuco

3.2.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Vulnerabilidad sísmica

3.3 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN
¿Qué tan vulnerables sísmicamente serán las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco?	Estudiar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales.	Las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco serán poco vulnerables ante amenazas sísmicas.	Dependientes	Vulnerabilidad sísmica	Daño en la estructura	Placas, columnas y vigas	Índice de daño
						Muros de albañilería	Estado de daño
			Respuesta de la estructura	Distorsión máxima	Δ milímetros		
			Independientes	Instituciones educativas de la ciudad de Huánuco	Configuración estructural	Regularidad	Discontinuid
		Diafragma rígido				Losa	
		Rigidez lateral				Muros	
		Simetría				-	
		Resistencia estructural	Resistencia de Placas, columnas	f'c			
Resistencia de muros	f'm						

Tabla N° 03 Matriz de consistencia Fuente: elaboración propia





4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrollará una investigación causística ya que se analizará la relación que existe entre la variable dependiente e independiente.

4.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación será aplicada ya que se pretende elaborar un trabajo que ayude a mejorar los diseños de futuras instituciones educativas. La presente será una investigación sincrónica ya que el plazo de elaboración es limitado (máximo 1 año) según el reglamento de grados y títulos de la facultad de Ingeniería civil y arquitectura de la UNHEVAL. Finalmente, la investigación será del tipo tradicional ya que será elaborado por un único investigador.

4.2 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se seguirán paso a paso los ítems descritos a continuación:

1. Implementación con un software adecuado para el análisis de estructuras en el rango no lineal.
2. Calculo de respuesta de la estructura
3. Calculo del daño en la estructura
4. Calculo de la vulnerabilidad de las instituciones educativas
5. Evaluación de resultados
6. Elaboración del informe final de la investigación



5. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA

5.1 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN

El universo estará dado por todas las instituciones educativas que se encuentran en la ciudad de Huánuco.

5.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para la presente investigación no es posible calcular el error estándar ni el nivel de confianza de la estimación de la muestra por lo que se tomará en cuenta las recomendaciones de los ingenieros Humberto y Lavara para seleccionar el tamaño de muestra que para la presente investigación será de 2 instituciones educativas.

6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

6.1 FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

6.1.1 FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Fuentes primarias: Las fuentes primarias serán los expedientes de ejecución de obra que se encuentra en la municipalidad provincial de Huánuco o que algún ingeniero me pueda facilitar.
- Fuentes secundarias: Tesis, libros, revistas, normas, material electrónico.

6.1.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Mediciones de campo

- Mediciones de vigas, columnas y losas
- Mediciones de muros portantes
- Mediciones de elementos no estructurales



Entrevistas

- Entrevista a ingenieros con conocimiento en la ejecución y diseño de las instituciones educativas
- Entrevista a los docentes y directores de las instituciones educativas en las fechas de ejecución de las dichas instituciones.

6.2 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos serán procesados de la siguiente manera:

- Registro de datos
- Tabulación de datos
- Modelamiento de los datos a través del programa SAP 2000, ETABS V. 16, MIDAS GEN 2015.

Luego se obtendrá la respuesta de la estructura en términos de distorsiones máximas y se calcularán los daños en la estructura para posteriormente encontrar la vulnerabilidad sísmica.

7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

7.1 POTENCIAL HUMANO

- Ing. José Luis, Villavicencio Guardia (Asesor de tesis)
- Aldo Luis, Carnero Soria (Tesista)
- Personal de campo

7.2 RECURSOS MATERIALES

Los equipos e insumos que se emplearán para el desarrollo de la tesis son los siguientes:

- Material bibliográfico como libros, tesis, normas reglamentos
- Servicios necesarios como internet
- Copiadora e impresora



ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES



- Cámara fotográfica
- Laptop
- Software para modelamiento y análisis de estructuras.
- Material de escritorio

7.3 RECURSOS FINANCIEROS

Para la presente tesis no se tendrán gastos importantes y los que se presenten serán asumidos en su totalidad por el tesista.

7.4 COSTOS

RECURSO	PRECIO S/.	CANTIDAD	SUB TOTAL
RECURSOS FISICOS			
Adquisición de bibliografía	300	1	300
Utiles de escritorio	100	1	100
Adquisición de software	1200	1	1200
RECURSOS HUMANOS			
Personal de campo	930	1	930
SERVICIOS			
Acceso a internet	90	3	270
Movilidad	200	1	200
Impresiones, ploteos	400	1	400
TOTAL S/.			3400

Tabla N° 04 Presupuesto del proyecto de investigación Fuente: Elaboración propia





*ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA CIUDAD
DE HUÁNUCO EMPLEANDO MODELOS NO LINEALES*



7.5 CRONOGRAMA DE ACCIONES





LEYENDA: ■ RUTA CRÍTICA ■ ACTIVIDADES GENERALES

7.5 CRONOGRAMA DE ACCIONES

RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Recolección de información previa a la investigación

Adquisición de materiales bibliográficos, normas, códigos, etc.

Procesamiento de información adquirida.

DESIGNACIÓN DEL ASESOR DE TESIS

Solicitud para el asesoramiento de la tesis

Aceptación del Asesor de Tesis

Revisión del Proyecto de Tesis por el Asesor designado

Aprobación del Asesor del Proyecto de Tesis

SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Emisión de la resolución de aprobación del Proyecto de Tesis

DESARROLLO DEL PROYECTO DE TESIS

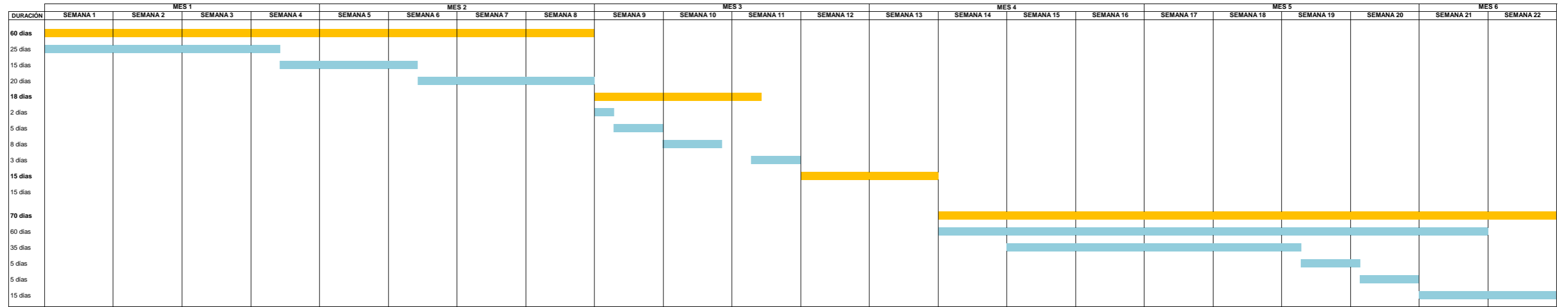
Elaboración del Proyecto de Tesis

Realización del estudio

Comparación de Resultados

Verificación de Hipotesis

Redacción y Presentación de Informe Final



165 días

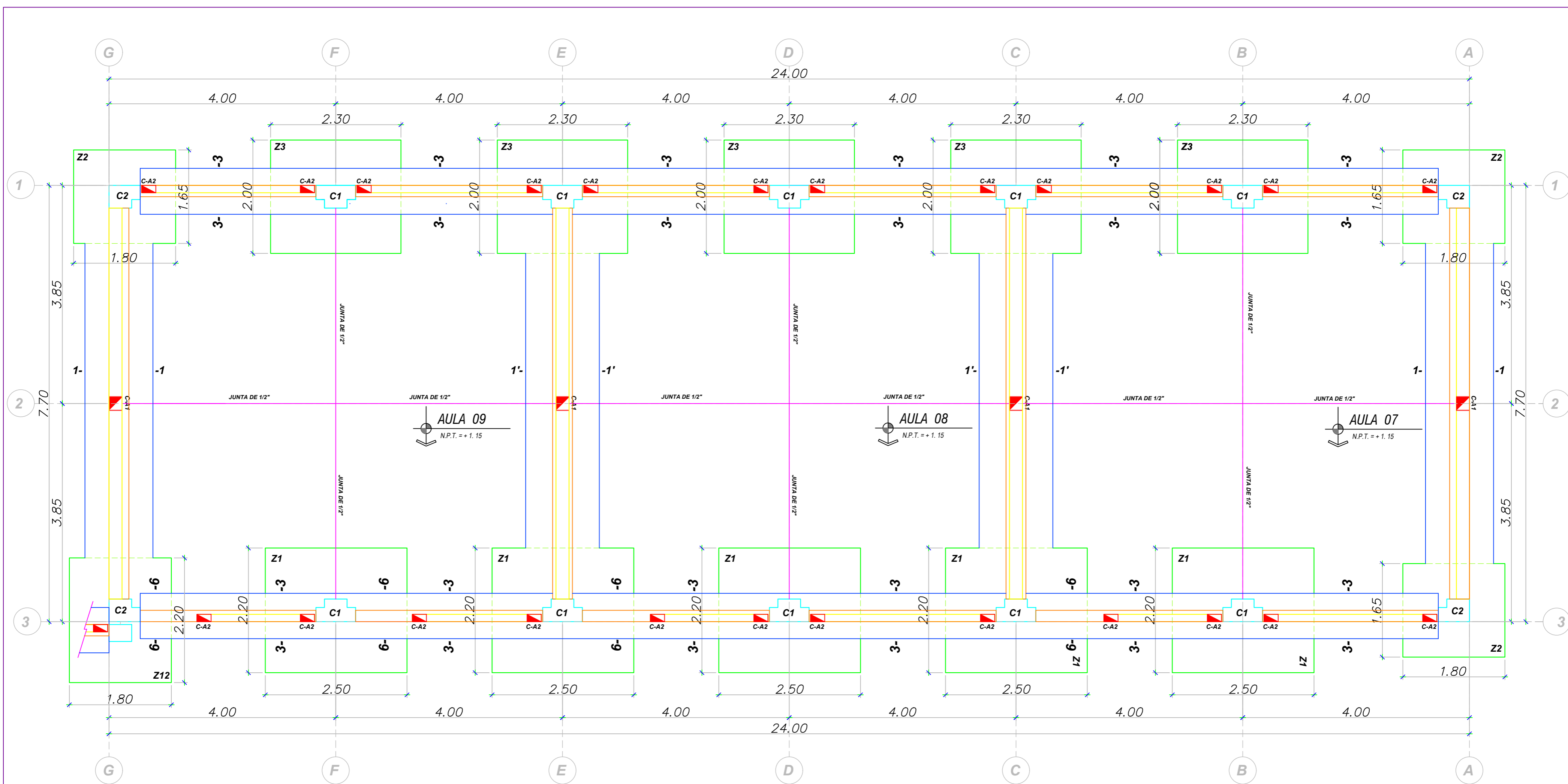


1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santana Tapia, Ronald Daniel "Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada" Tes. Maestro en ciencias. Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
2. Astorga Mendizábal, María Angela y Aguilar Vélez, Rafael "Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas" Tes. Magister Ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006.
3. Fernández Párraga, Alan y Párraga Catay, Cintia Natali "Vulnerabilidad sísmica de Huancayo metropolitano" Tes. Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2013.
4. Quiroz Rojas, Edward Alberto "Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales" Tes. Magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
5. Maldonado Rondón, Esperanza; Jaspón Carvajal, Neyid Mauricio; Chio Cho, Gustavo "Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado" Tes. Ingeniero Civil. Universidad Industrial Santander, 2010.
6. Boza Farfán, Zuen E; Galán Tirapo Danny J. "Diseño de un edificio aporticado con disipadores en arreglo Chevron" Tes. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013
7. Loa Canales, Gustavo Juan F. "Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997" Tes. Magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017
8. Aguiar, R Análisis sísmico por desempeño Ecuador: ESPE, 2003.
9. Olarte Navarro, Jorge "Bases técnicas para la estimación de perdidas con fines de seguros de terremoto" Universidad Nacional de Ingeniería, Centro Peruano Japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres CISMID, 2005.
10. Asociación de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC 95) Performance based seismic engineering of buildings, vols. I and II. 1995.

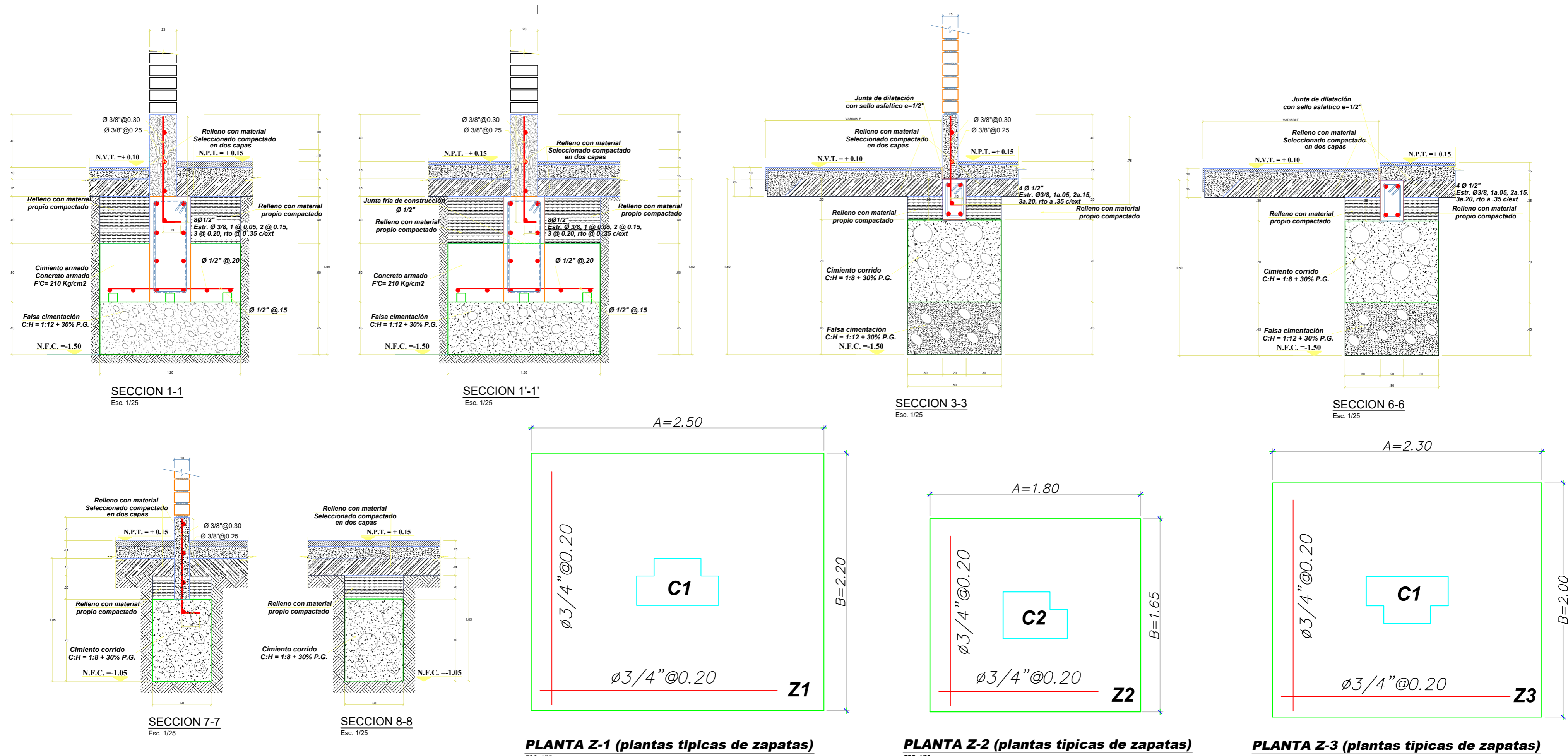


ANEXO N° 02: PLANOS ESTRUCTURALES DEL MÓDULO III



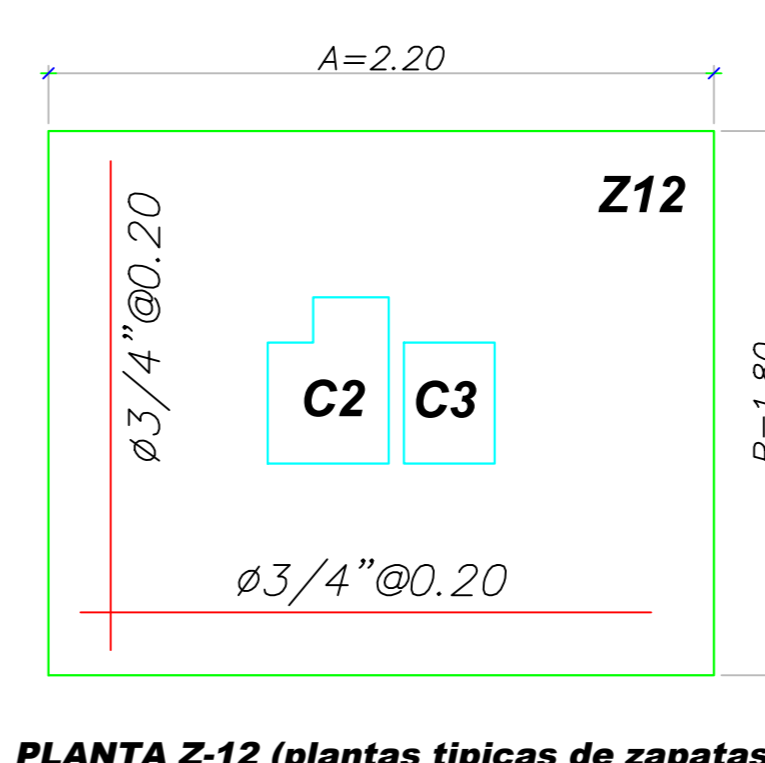
CIMENTACION MODULO 3

ESC. 1/50

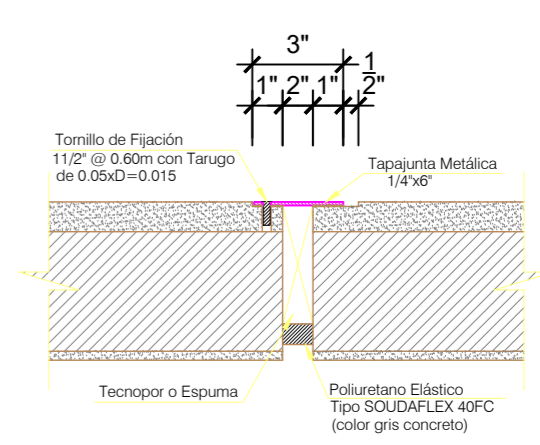


CUADRO DE COLUMNAS MODULO 3

	C1	C2	C-A1	C-A2	C-A3
1° PISO					
2° PISO					
b x t	0.25 x 0.70 - 0.40 x 0.40	0.30 x 0.45 - 0.30, 0.45	0.23 x 0.25	0.13 x 0.25	0.13 x 0.35
ACERO	14 Ø 5/8"	12 Ø 5/8"	4 Ø 5/8"	4 Ø 3/8"	6 Ø 3/8"
ESTRIBO	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto. @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 10 @ 0.10, Rto. @ 0.25	Ø 3/8" : 3 @ 0.05, 6 @ 0.10, Rto. @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto. @ 0.25	Ø 1/4" : 2 @ 0.05, 4 @ 0.10, Rto. @ 0.25



PLANTA Z-12 (plantas típicas de zapatas)



DETALLE DE JUNTA
Junta entre Módulos de Aulas y Escalera (área de circulación)

CUADRO DE ZAPATAS

TIPO	Tipo de Columna	Sección Zapata	Peralte h1 (m)	H(m)	ND	REFUERZO				# ZAP.
						LADO "A"		LADO "B"		
						Ø	m.	Ø	m.	
Z-1	C-1	2.50 x 2.20	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	5
Z-2	C-2	1.80 x 1.65	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	3
Z-3	C-1	2.30 x 2.20	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	5
Z-12	C-2, C-3	2.20 x 1.80	0.80	2.40	-2.40	3/4"	@ 0.20	3/4"	@ 0.20	1
TOTAL										14

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
 SUB GERENCIA DE ESTUDIO

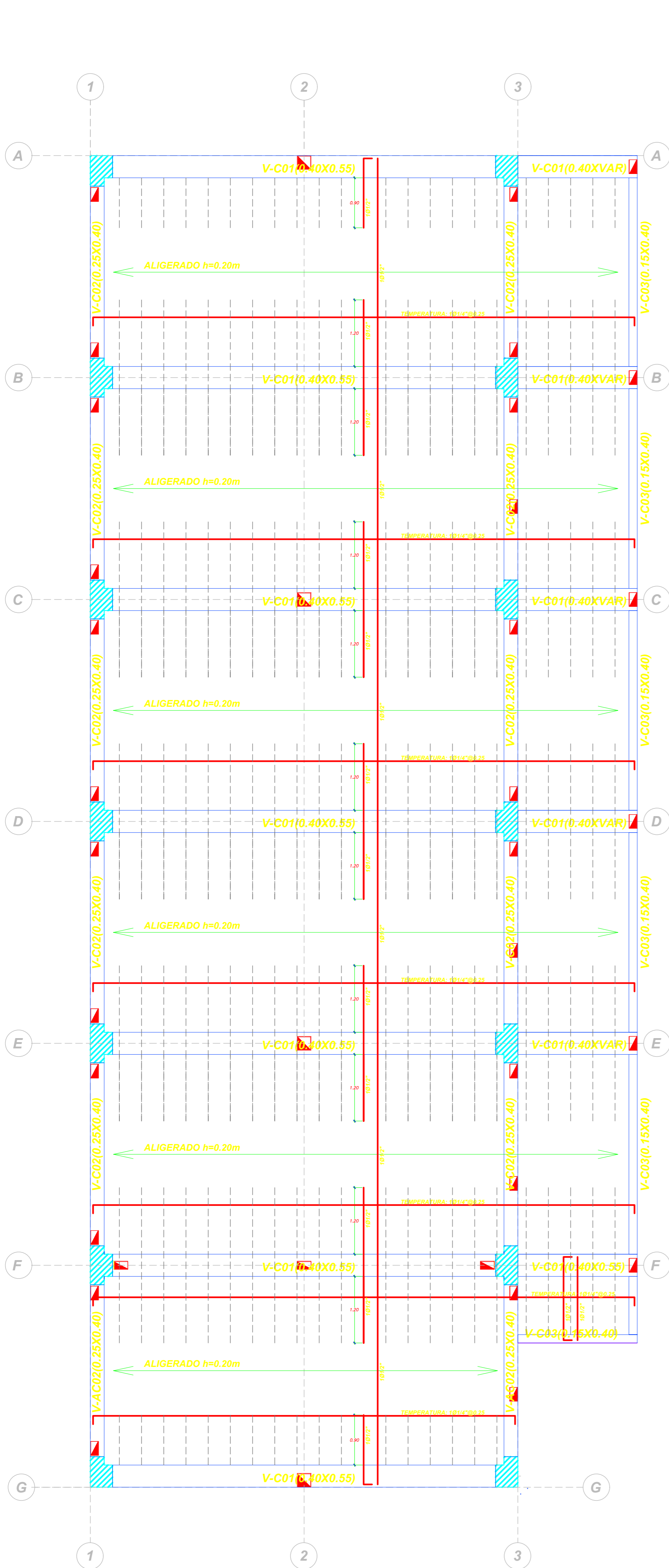
PROYECTO: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INTEGRADO N° 2884 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE HUANUCO, PROVINCIA DE HUANUCO - HUANUCO"

INGENIERO RESPONSABLE: ING. RUBEN ALVA OCHIAI
 INGENIERO ASISTENTE: ING. RAUL JOHN ALVAREZ PAREDES
 SUB GERENTE DE ESTUDIO: ING. JIMMY F. SIPON BENGIO

INGENIERO DE DISEÑO: ING. JIMMY F. SIPON BENGIO

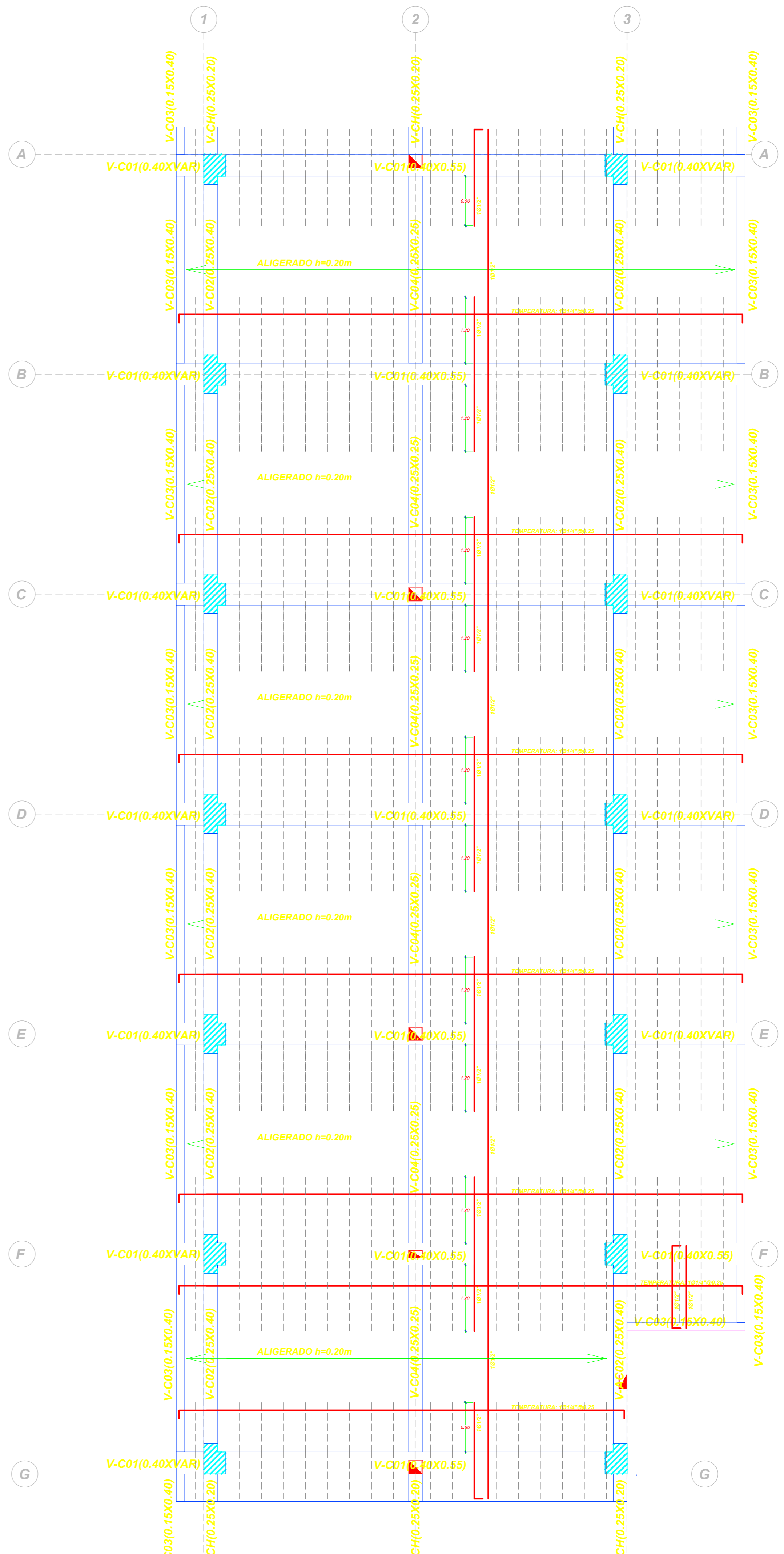
PLAN: CIMENTACIONES - MODULO 3
 ETAPA: INDICADA

E3-01



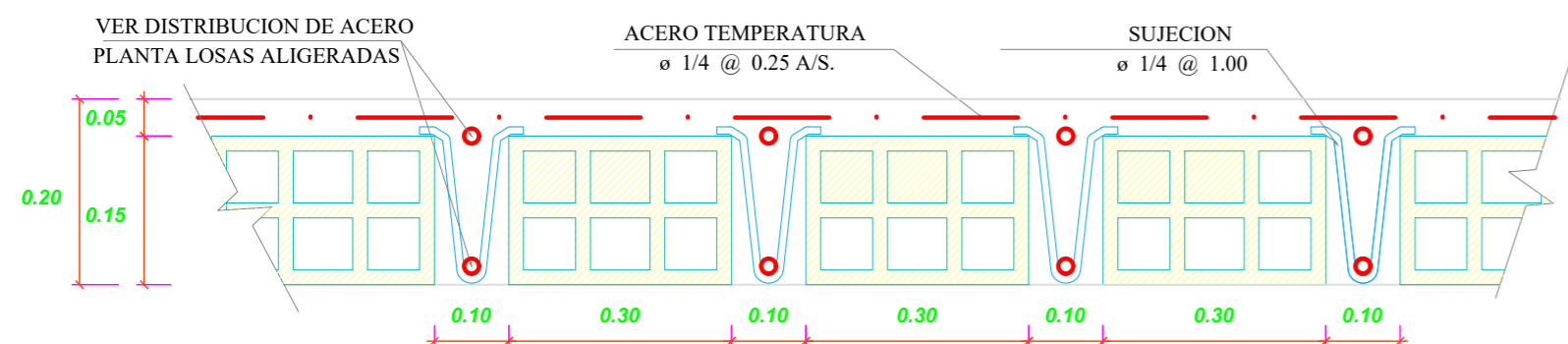
ALIGERADO MODULO 3 - PRIMER PISO

ESC. 1/50 (S/C 250 KG/CM2)



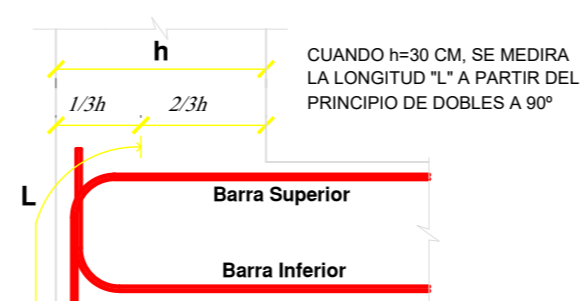
ALIGERADO MODULO 3 - SEGUNDO PISO

ESC. 1/50 (S/C 50 KG/CM2)



DETALLE DE ALIGERADO

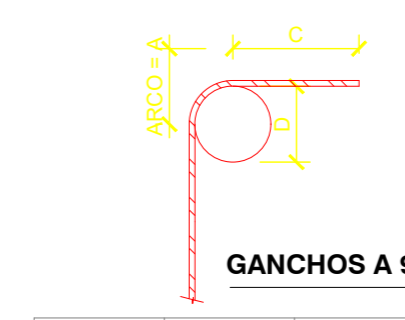
ESC. 1/10



LONGITUD DE DESARROLLO

DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo) SIN ESCALA

BARRA	Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
SUPERIOR	L	35	45	60	70	125
INFERIOR	L	30	35	45	50	90



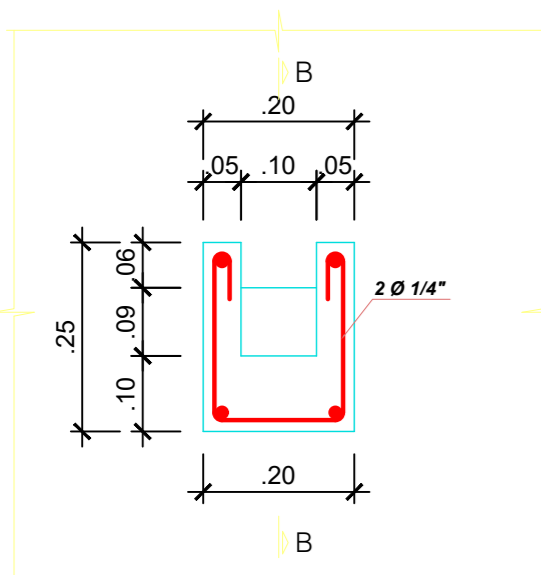
GANCHOS A 90°

Ø	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	5.23	14.77	20.00
1/2"	7.62	6.98	18.02	25.00
5/8"	9.54	8.74	21.26	30.00
3/4"	11.46	10.50	24.50	35.00
1"	15.24	13.96	31.04	45.00



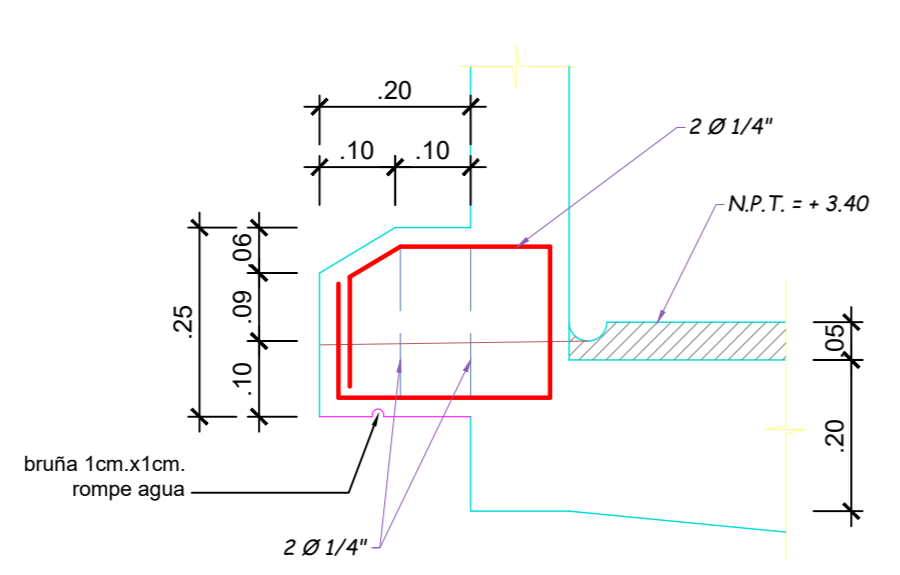
GANCHOS A 135°

Ø	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	3.81	6.73	9.53	17.50
1/2"	5.08	8.97	12.70	20.00
5/8"	6.35	11.22	15.88	27.50
3/4"	11.43	17.92	19.05	37.50
1"	15.24	23.02	25.40	50.00



ELEVACION DE GARGOLA

ESCALA 1/10



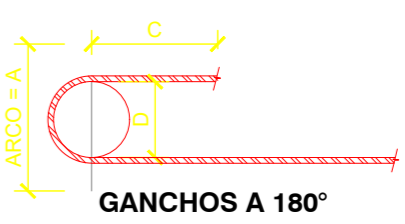
CORTE B-B (GARGOLA)

ESCALA: 1/10

DET. DE DOBLEZ DE ESTRIBO A 135°

Ø	m	r	TOTAL
3/8"	9.50cm	1.90cm.	11.50cm
1/4"	6.5cm	1.27cm.	8.00cm

NOTA: La longitud proporcionada sera la minima



GANCHOS A 180°

Ø	D(cm)	A(cm)	C(cm)	Longitud del Gancho
3/8"	5.71	10.45	9.55	20.00
1/2"	7.62	13.96	11.04	25.00
5/8"	9.54	17.48	7.62	25.00
3/4"	11.46	21.00	9.00	30.00
1"	15.24	27.93	12.07	40.00

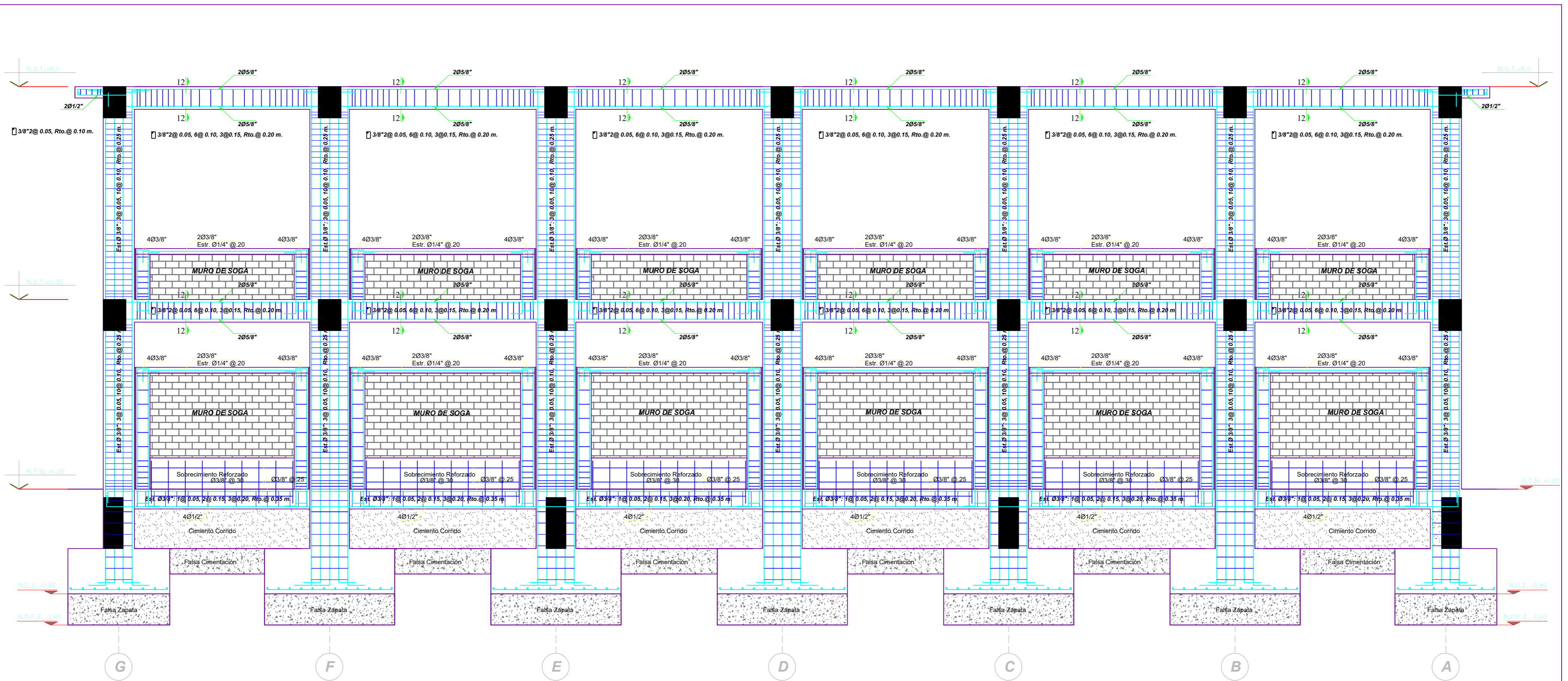
GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
SUB GERENCIA DE ESTUDIO

PROYECTO: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INTEGRADO N° 2884 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE HUANUCO, PROVINCIA DE HUANUCO - HUANUCO"

ING. RUBEN ALVA OCHIAI
ING. RAUL JOHN ALVAREZ PAREDES
ING. JIMMY F. SIPON BENGIGIO

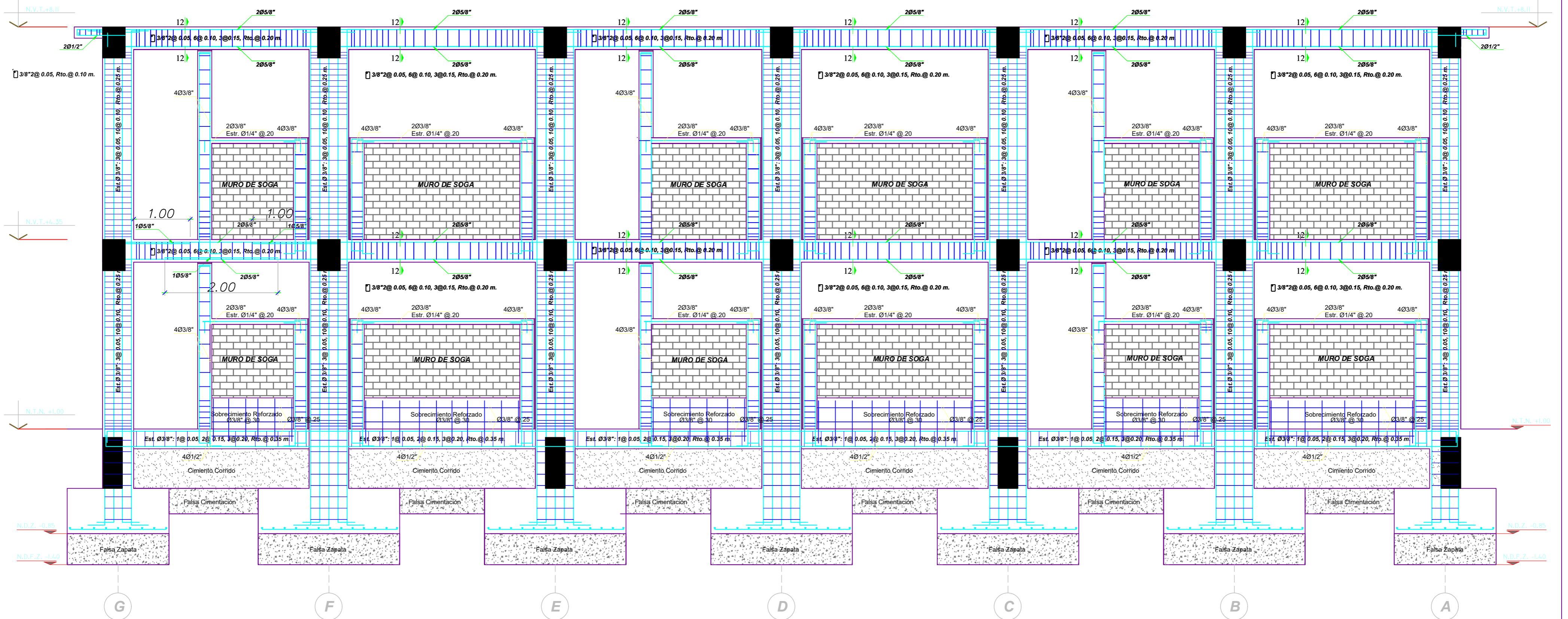
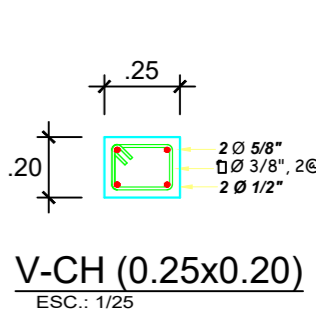
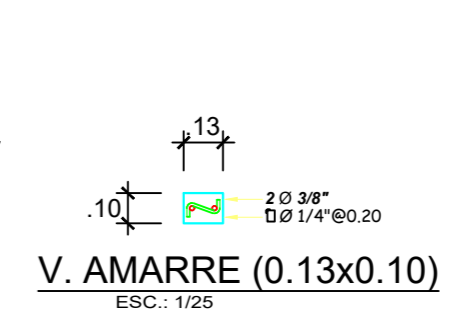
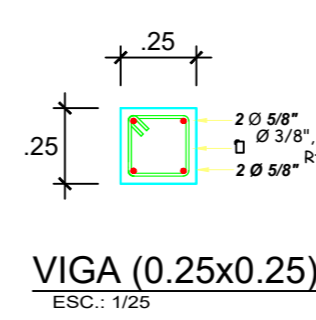
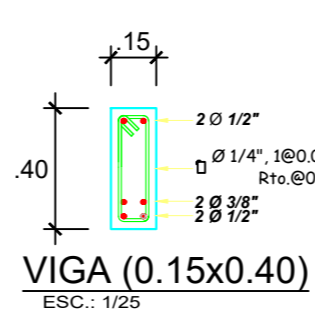
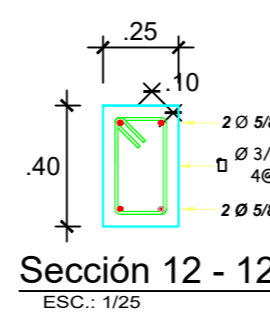
REGION: HUANUCO
PROVINCIA: HUANUCO
DISTRITO: HUANUCO

LABORA E3-02



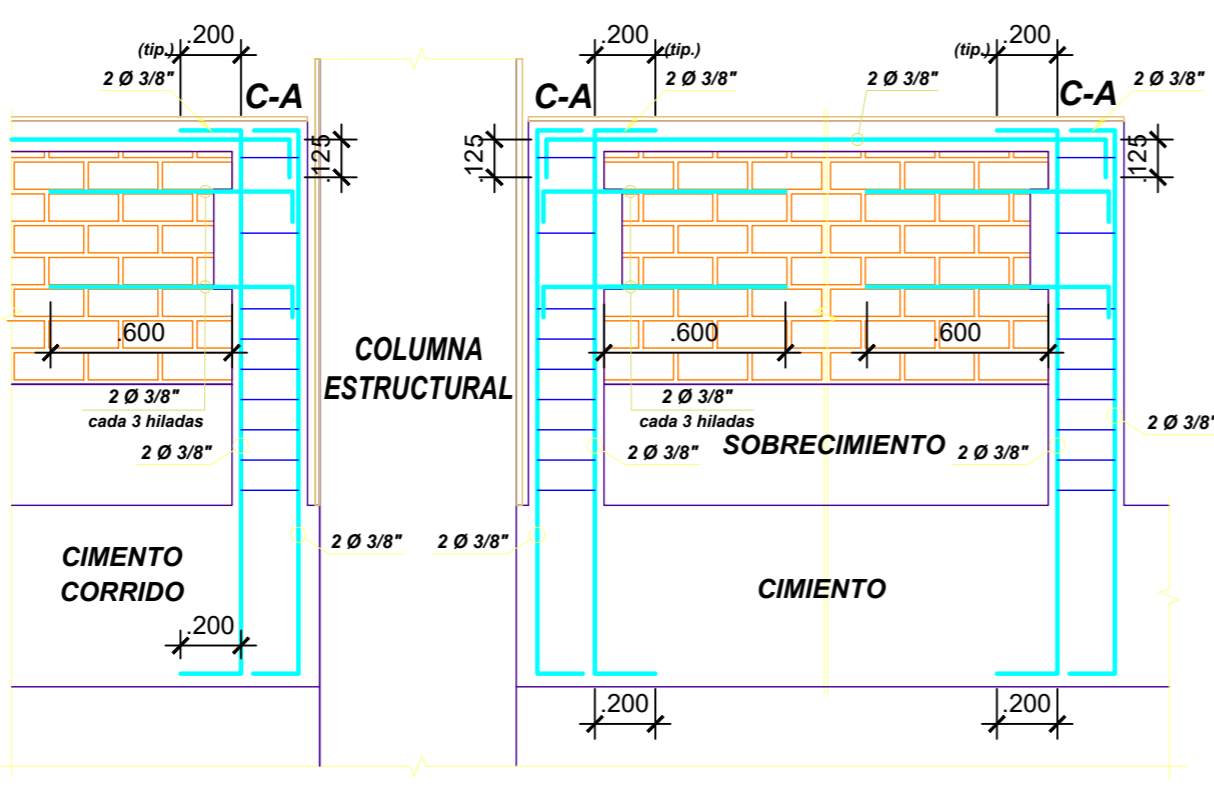
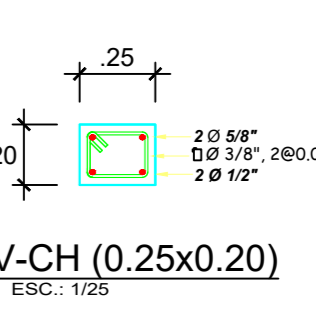
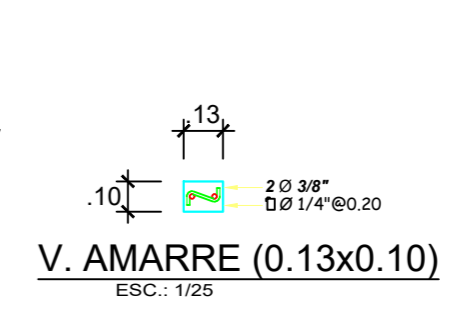
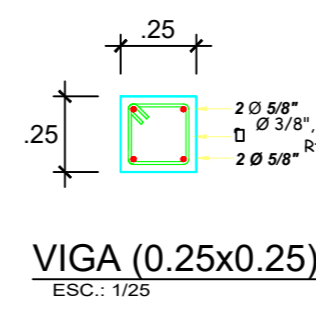
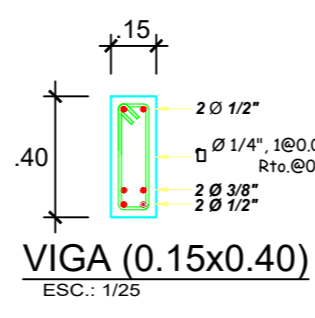
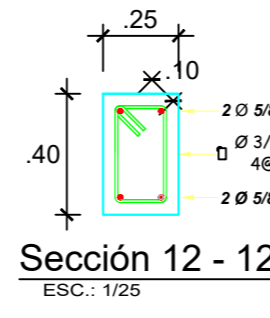
PORTICO EJE 1

ESC. 1/50

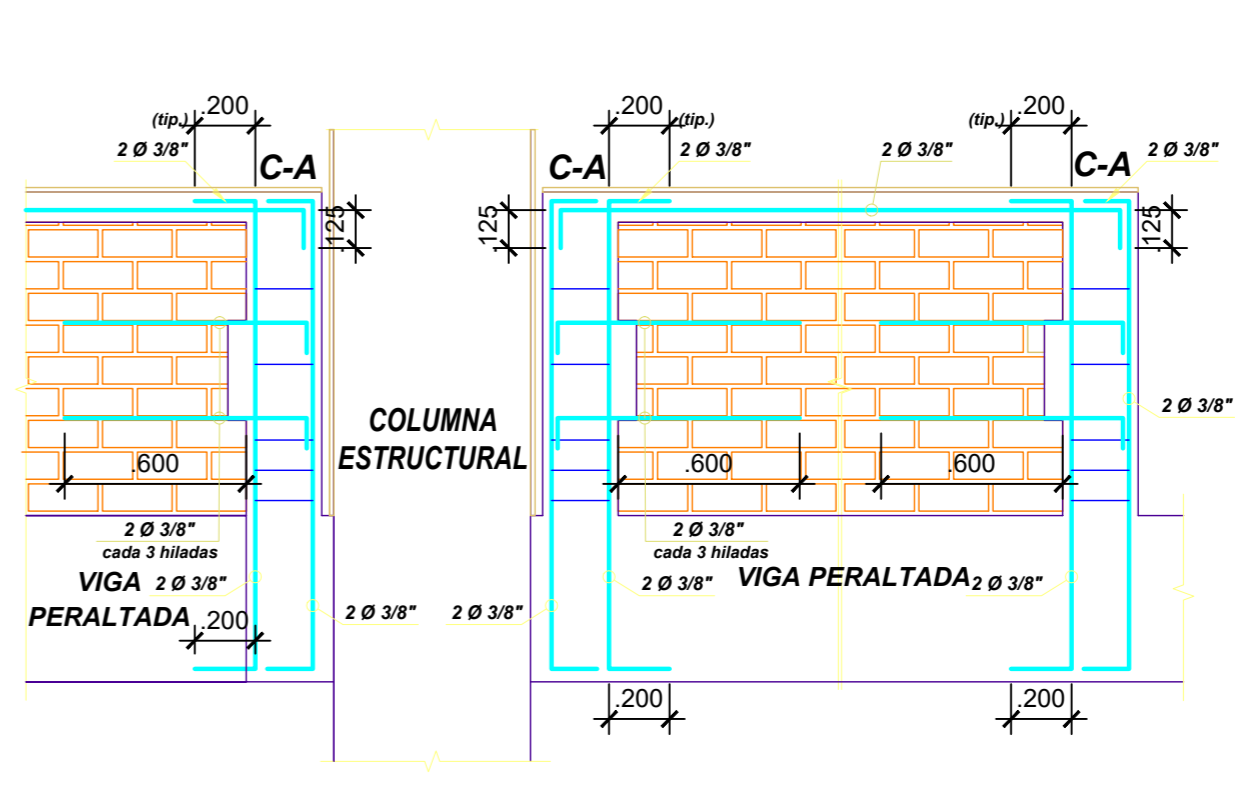


PORTICO EJE 3

ESC. 1/50

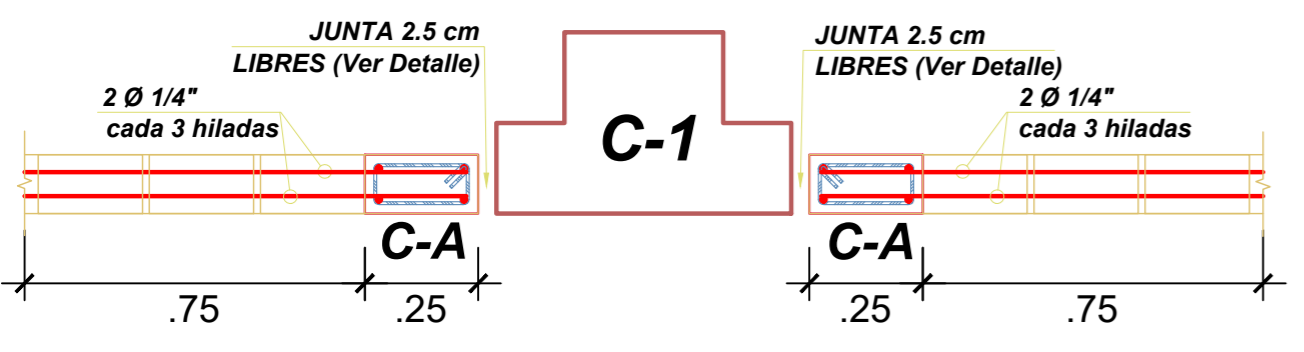


DETALLE DE COLUMNETA DE AMARRE EN EL 1ER NIVEL
Esc. 1/25



DETALLE DE COLUMNETA DE AMARRE EN EL 2DO NIVEL
Esc. 1/25

DETALLE PARA CORTE DE VARILLAS EN TRACCION Y COMPRESION



DETALLE DE COLUMNETA DE AMARRE
ESCALA 1/25

VALORES DE m		
Ø	Ref. Inferior	Ref. Superior
3/8"	0.40	0.55
1/2"	0.40	0.60
5/8"	0.50	0.70
3/4"	0.65	0.90
7"	0.90	1.30

NOTA
 a.- No empalmarse más del 50% del Área total en una misma sección.
 b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas, o con los porcentajes especificados, aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista.
 c.- Para aligerados y vigas chollas, el acero interior se empalmara sobre los apoyos, siendo la longitud de empalme igual a 25cm. para fierro de 3/8" y 35 cm. para fierro de 1/2" o 5/8".

BRUNA Y VILLO PROFESIONAL INGENIEROS

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
 SUB GERENCIA DE ESTUDIO

PROYECTO: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INTEGRADO Nº 2884 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE HUANUCO, PROVINCIA DE HUANUCO - HUANUCO"

COORDINADOR REGIONAL
ING. RUBEN ALVA OCHIA

PROYECTISTA
ING. RAUL JOHN ALVAREZ PAREDES

INGENIERO DE DISEÑO
ING. JIMMY F. SPOON RENGIFO

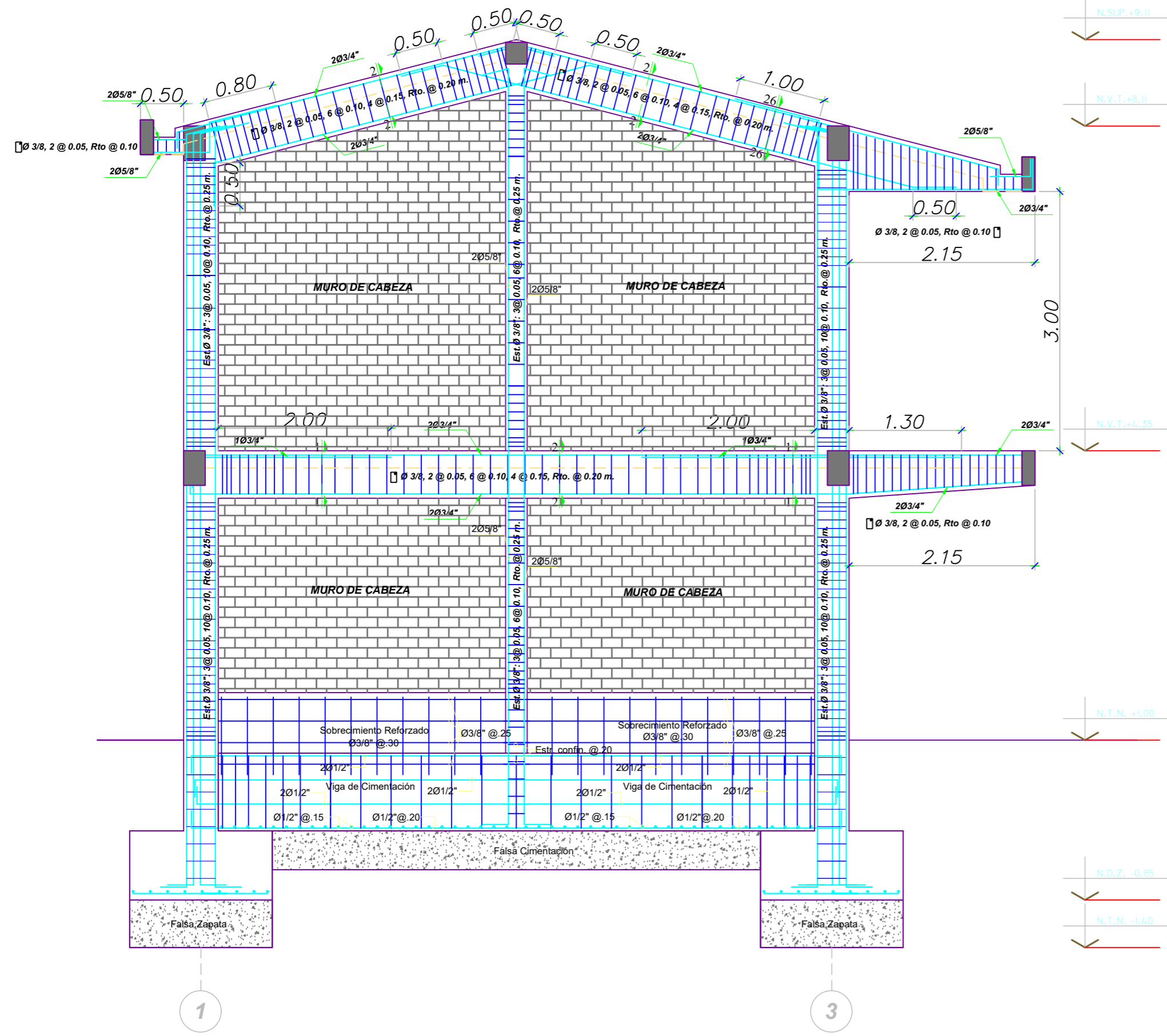
COORDINADOR REGIONAL
ING. RUBEN ALVA OCHIA

PROYECTISTA
ING. RAUL JOHN ALVAREZ PAREDES

INGENIERO DE DISEÑO
ING. JIMMY F. SPOON RENGIFO

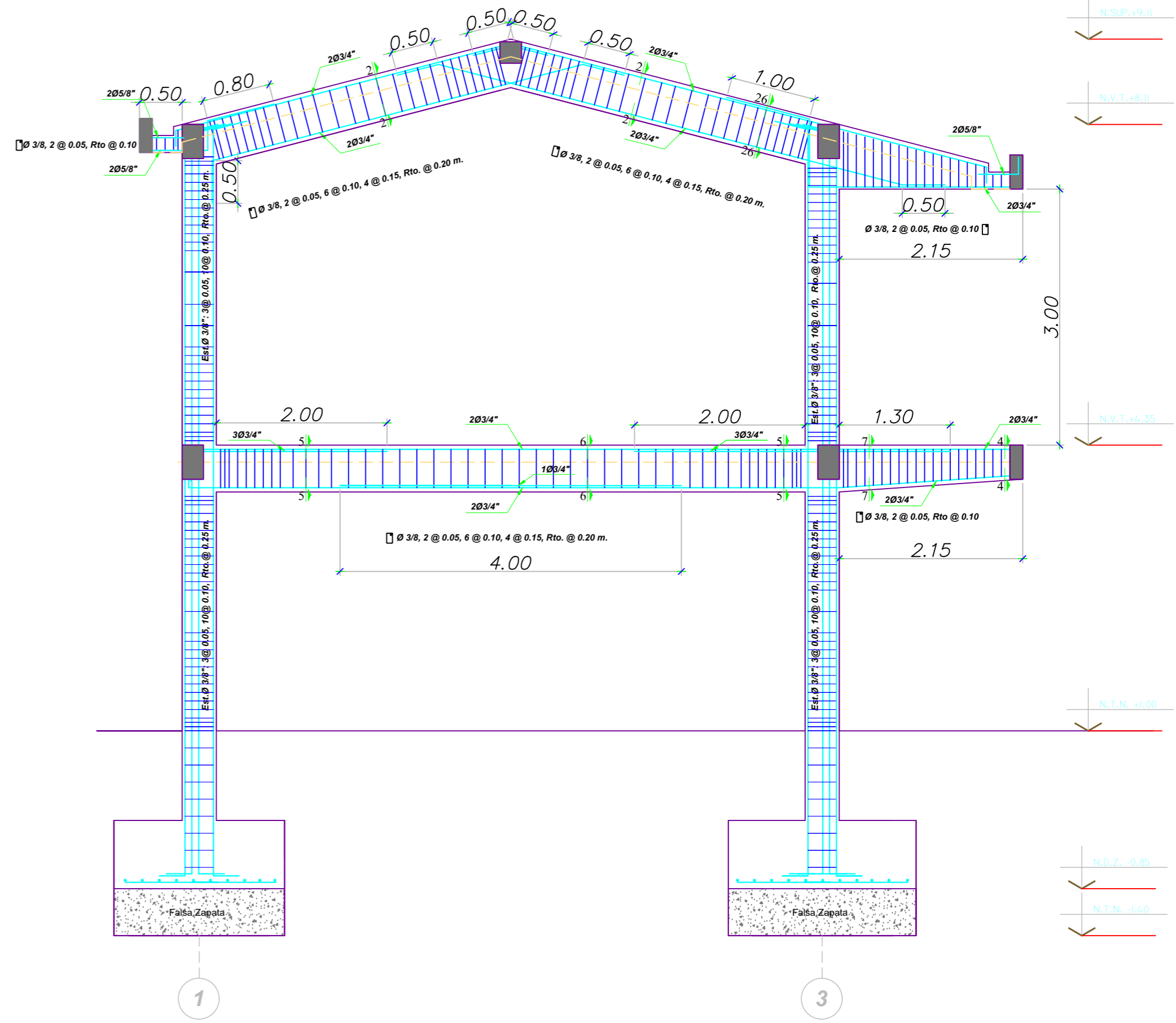
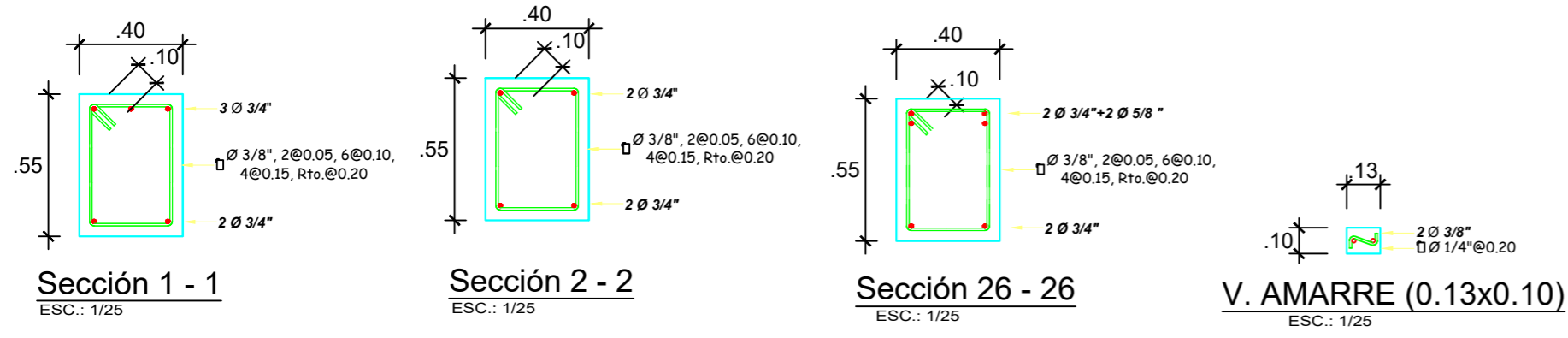
LABORA

E3-03



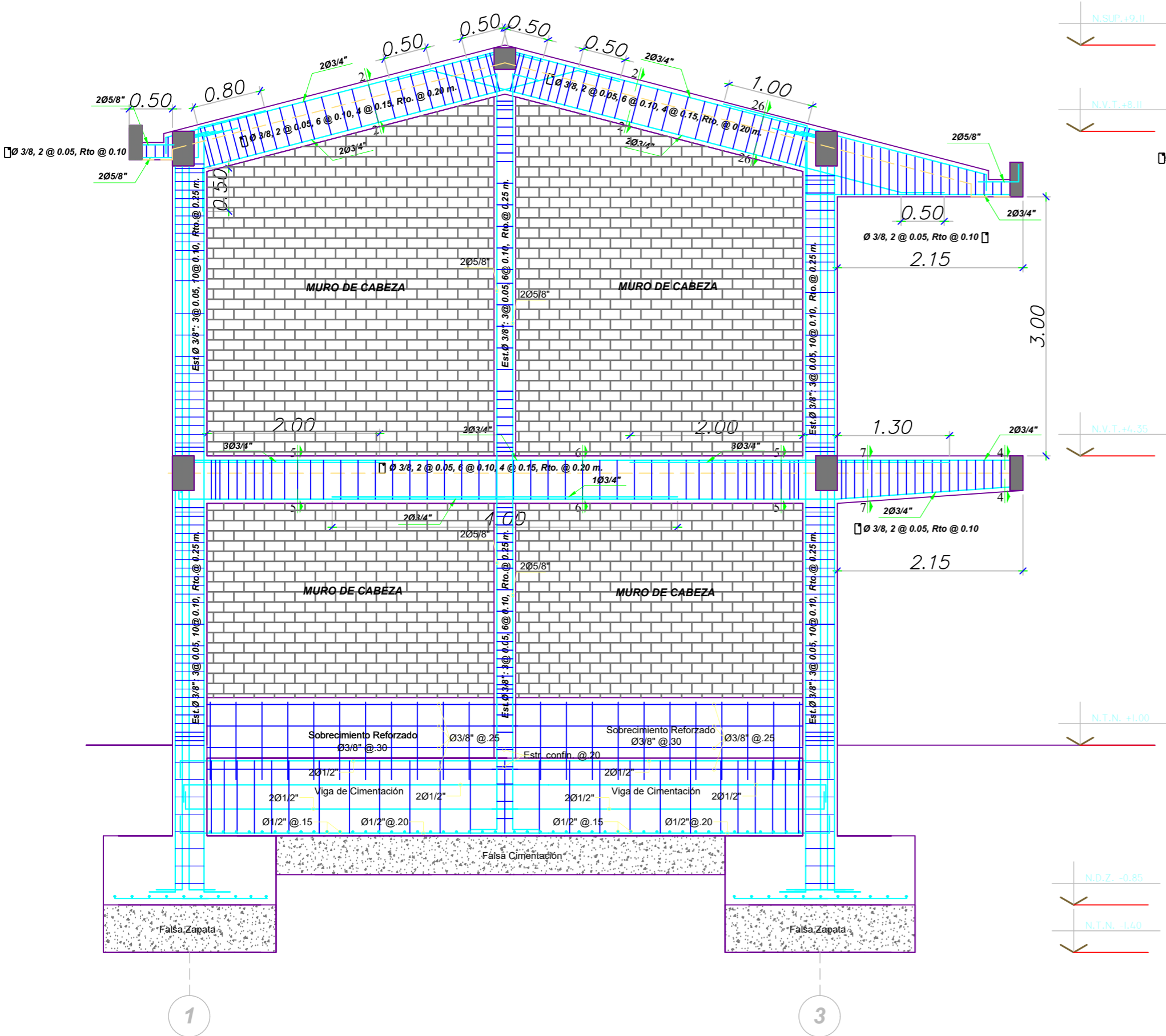
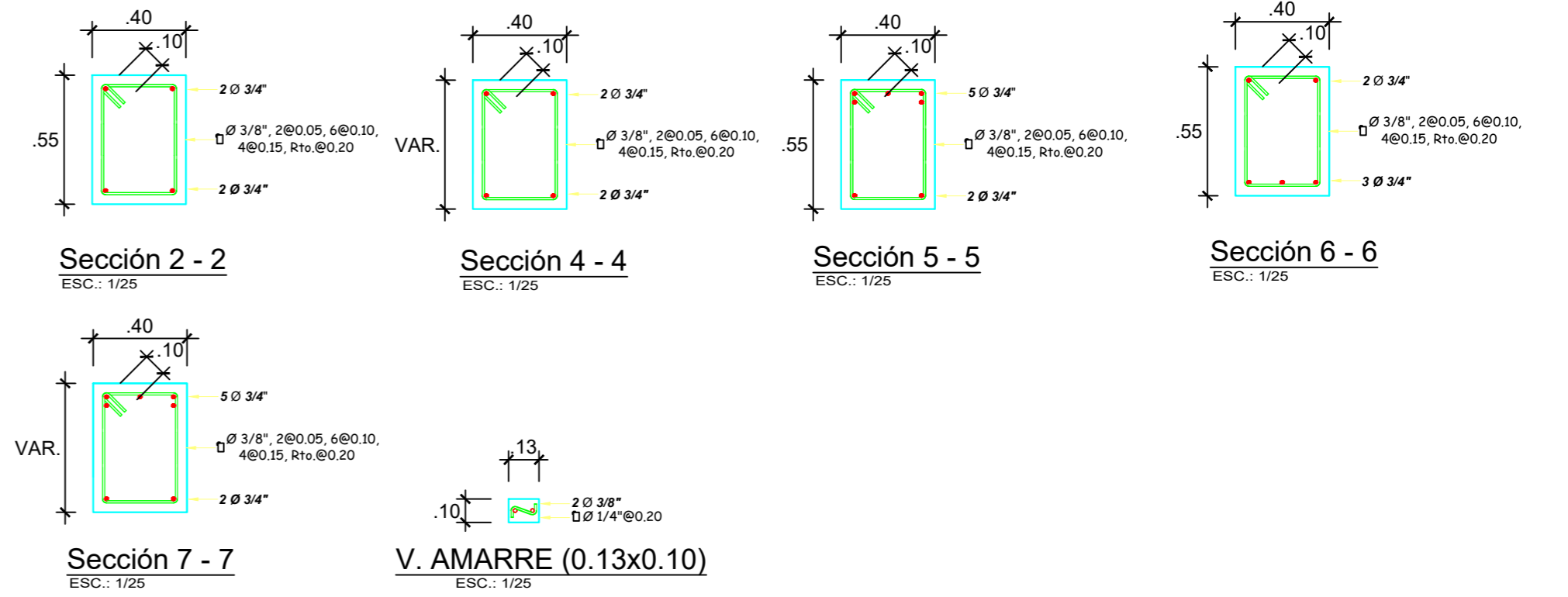
PORTICO EJE A

ESC. 1/50



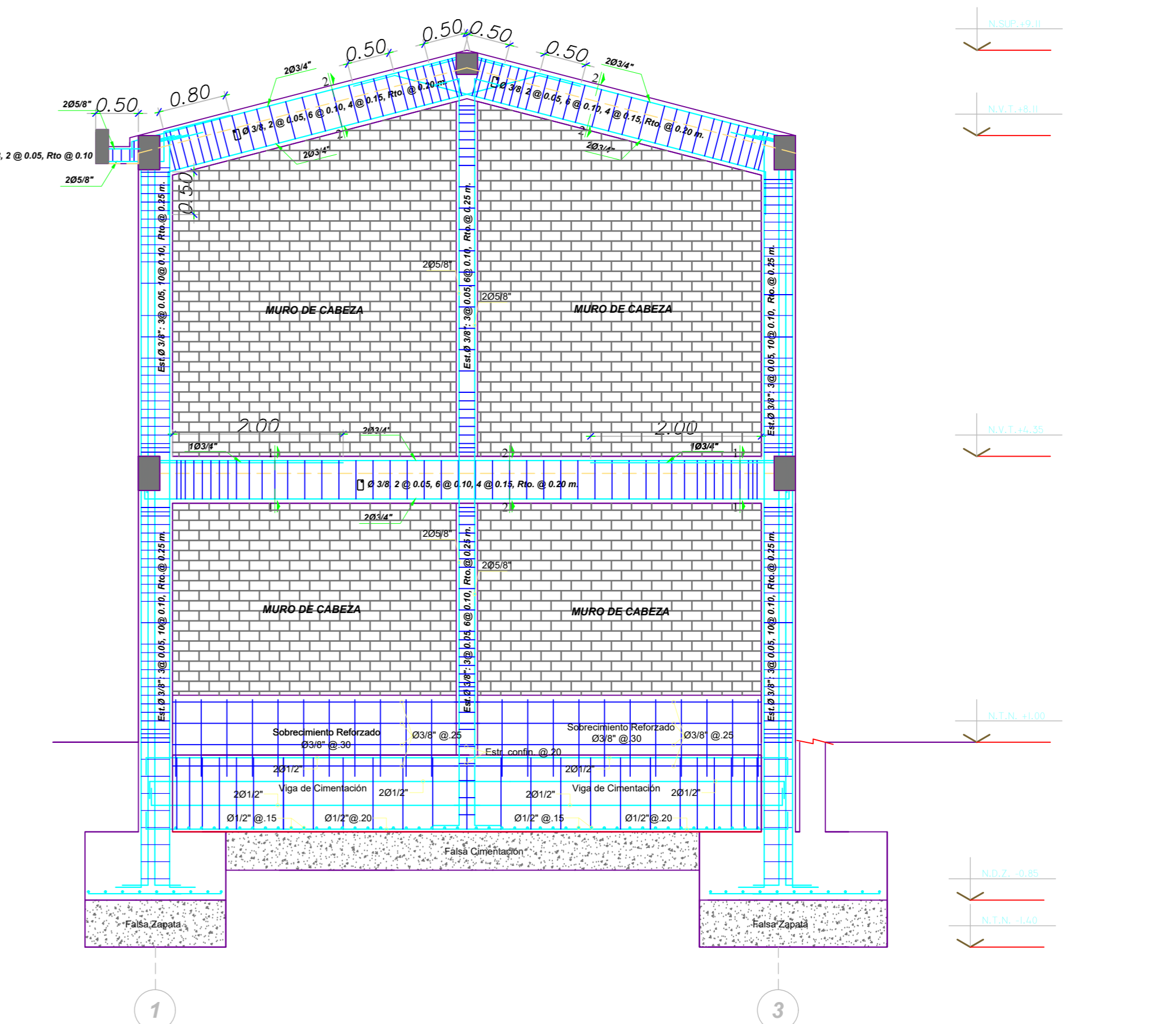
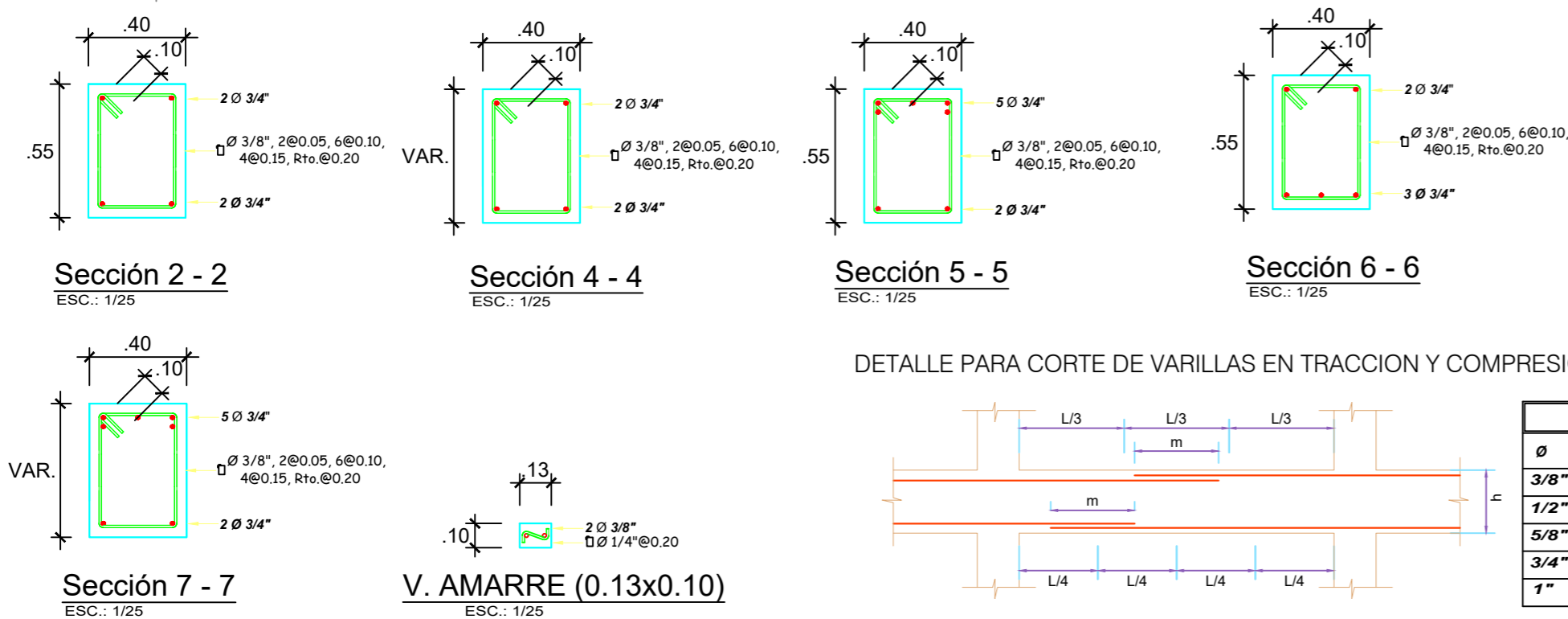
PORTICO EJE B, D, F

ESC. 1/50



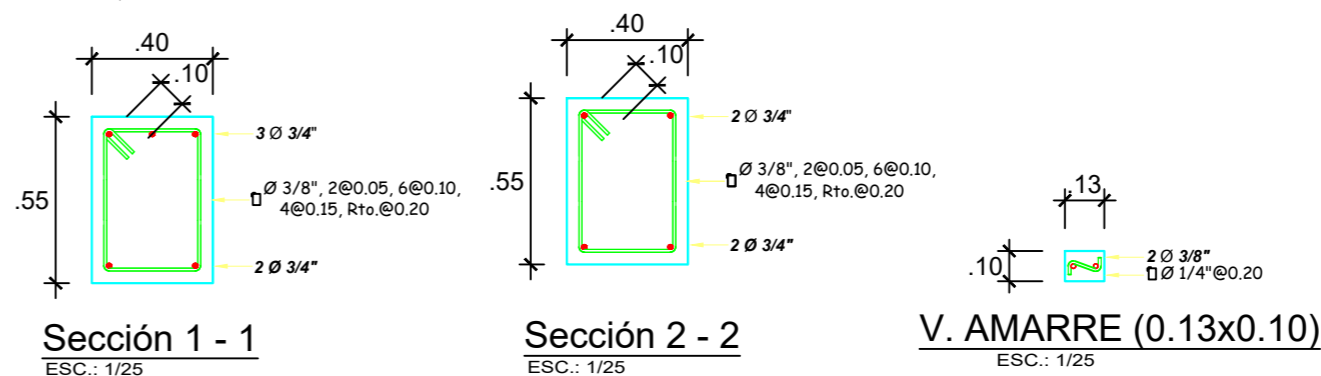
PORTICO EJE C, E

ESC. 1/50



PORTICO EJE G

ESC. 1/50



DETALLE PARA CORTE DE VARILLAS EN TRACCION Y COMPRESION

Ø	Ref. Inferior	Ref. Superior
3/8"	0.40	0.55
1/2"	0.40	0.60
5/8"	0.50	0.70
3/4"	0.65	0.90
1"	0.90	1.30

NOTA
 a.- No empastar más del 50% del Área total en una misma sección.
 b.- En caso de no empastarse en las zonas indicadas o en otros porcentajes especificados, aumentar la longitud de empaste en un 70% o consultar al proyectista.
 c.- Para alfileros y vigas chates, el acero interior se empastará sobre los apoyos, siendo la longitud de empaste igual a 25cm, para fierro de 3/8" y 35 cm. para fierro de 1/2" o 5/8".

FIRMA Y SELLO PROFESIONAL INGENIERO INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL ING. JIMMY F. SISON BENGIO	GOBIERNO REGIONAL HUANUCO GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE ESTUDIO PROYECTO: "AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INTEGRADO N° 2804 SAN PEDRO DEL DISTRITO DE HUANOCA, PROVINCIA DE HUANOCA - HUANOCA" SOBERANOS REGIONAL ING. RUBEN ALVA OCHOA GERENTE REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA ING. RAUL JOHN ALVAREZ PAREDES SUB GERENTE DE ESTUDIO ING. JIMMY F. SISON BENGIO	REGIONAL HUANUCO HUANUCO HUANUCO	DIRECTORADO DE INGENIERIAS PORTICO EJE DEL A-G - MODULO 3 TITULO INDICADA LAMINA E3-04
---	--	---	--