



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento  
incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de  
IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Br. Gutiérrez Ayala, Kinder Jhonatan (ORCID: 0000-0002-8573-9458)

**ASESOR:**

Mg. Ing. López Carranza, Rubén (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A Dios

Por brindarme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mí destino.

Dedico a mis padres **Víctor** y **Felicitas** por su apoyo incondicional quienes me han permitido alcanzar a concluir hoy un sueño más en vida profesional.

## **Agradecimiento**

A la **Universidad Cesar Vallejo** por todas las facilidades brindadas a lo largo del desarrollo de tesis.

A los **maestros y asesores de la Universidad Cesar Vallejo**, por su paciencia y responsabilidad en el desarrollo de mi tesis de Pre grado.

A mis brillantes padres (**Víctor y Felicitas**) y mis excelentísimos hermanos (**Edison y Rubén**) por ese sustento incondicional a lo largo de mi formación profesional.

A mis honorables abuelos que están en el cielo (**Matilde, María, Isabel, Cireneo y Tomas**) por inculcarme en mis valores.

**El autor.**

## Índice de contenido

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEORICO.....	16
III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	27
3.2. Variables y Operacionalización.....	27
3.2.1. Variable Independiente (X).....	27
3.2.2. Variable Dependiente (Y).....	28
3.3. Población y Muestra.....	28
3.3.1. Población de la Investigación.....	28
3.3.2. Muestra de la Investigación.....	29
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4.1. Técnicas.....	29
3.4.2. Instrumentos.....	30
3.4.3. Validez.....	30
3.4.4. Confiabilidad.....	31
3.4.5. Procedimiento.....	31
3.5. Método de análisis de datos.....	32
3.6. Aspectos Éticos.....	32

IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Estudio de las características estructurales de la edificación .....	33
4.2. Estudio de los materiales.....	36
4.3. Análisis probabilístico de los resultados obtenidos.....	37
4.4. Propiedades de los materiales.....	38
4.5. Estudio de la respuesta sísmica de la edificación analizada .....	39
4.6. Análisis dinámico modal .....	41
4.7. Definición de la demanda sísmica .....	43
4.8. Respuesta sísmica .....	45
4.8.1. Máximos desplazamientos del centro de masa.....	45
4.8.2. Máximas distorsiones de entrepiso .....	45
4.8.3. Máximas Fuerzas cortantes .....	46
V. DISCUSIÓN .....	54
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	64

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión uniaxial en testigos diamantinos.....	37
Tabla 2: Resultados del análisis de confiabilidad para el concreto de las vigas y las columnas.....	37
Tabla 3: Propiedad de los materiales.....	38
Tabla 4: Parámetros sísmicos.....	43
Tabla 5: Parámetros sísmicos.....	44
Tabla 6: Máximos desplazamientos laterales del centro de masa debido al sismo en X e Y.....	45
Tabla 7: Máximas distorsiones de entrepiso debido a los sismos X e Y.....	46
Tabla 8: Máximas fuerza cortantes debido a los sismos X e Y.....	47
Tabla 9: Máximas distorsiones debidas al sismo en dirección X e Y.....	52
Tabla 10: Máximas desplazamientos laterales debidas al sismo en dirección X e Y.....	53
Tabla 11: Máximas fuerzas cortantes debidas al sismo en dirección X e Y.....	53

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Daños en el estructural dual durante el terremoto de Pisco (2007). ....	12
Figura 2: Plano de ubicación y vista satelital de la I.E. mariscal Luzuriaga.....	14
Figura 3: Opciones de reducción de riesgo sísmico.....	21
Figura 4: Secuencia de reforzamiento incremental. ....	21
Figura 5: Edificación educativa típica de dos niveles. ....	22
Figura 6: Reforzamiento estructural mediante arriostres concéntricos.....	23
Figura 7: Reforzamiento estructural mediante arriostres concéntricos.....	23
Figura 8: Mapa de zonificación sísmica del Perú. ....	24
Figura 9: Enfoque del diseño tradicional basado en el daño estructural. ....	25
Figura 10: Vista en planta del primer nivel. ....	33
Figura 11: Vista en planta del segundo nivel.....	33
Figura 12: Elevación frontal de la estructura analizada.....	34
Figura 13: Elevación posterior de la estructura analizada.....	34
Figura 14: Elevación lateral de la estructura analizada. ....	34
Figura 15: Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo piso. ....	35
Figura 16: Cuadro de secciones de columnas presentes en la estructura analizada. .....	35
Figura 17: Cuadro de secciones de vigas presentes en la estructura analizada..	35
Figura 18: Imagen lateral de primer y segundo piso. ....	36
Figura 19: Imagen de muestras de concreto - ensayo de Diamantina. ....	36
Figura 20: Distribución de probabilidades y regiones de máxima probabilidad. ...	37
Figura 21: Sección transversal de columna típica.....	39
Figura 22: Sección transversal de columna típica.....	39
Figura 23: Sección transversal de viga típica.....	40
Figura 24: Modelo estructural de la edificación analizada en Etabs.....	40
Figura 25: Cargas muertas y vivas actuando en el primer nivel.....	40
Figura 26: Cargas muertas y vivas actuando en el segundo nivel. ....	41
Figura 27: Primera forma fundamental de la estructura. ....	41
Figura 28: Segunda forma fundamental de la estructura. ....	41
Figura 29: Tercera forma fundamental de la estructura. ....	42
Figura 30: Periodo de vibración de la estructura, en ambas direcciones. ....	42

Figura 31: Periodo de vibración de la estructura, en ambas direcciones. ....	43
Figura 32: Espectro de aceleraciones característico de la edificación analizada y del lugar de emplazamiento. ....	44
Figura 33: Espectro de aceleraciones característico de la edificación analizada y del lugar de emplazamiento. ....	44
Figura 34: Máximas desplazamientos de los centros de masas de entrepiso debido a los sismos X e Y. ....	45
Figura 35: Máximas distorsiones de entrepiso debido a los sismos X e Y. ....	46
Figura 36: Máximas fuerza cortantes debido a los sismos X e Y. ....	46
Figura 37: Esquema de reforzamiento incremental propuesto, eje 1. ....	47
Figura 38: Esquema de reforzamiento incremental propuesto, eje 3. ....	47
Figura 39: Sección de perfil elegida para la primera iteración. ....	48
Figura 40: Propiedades de área de la primera iteración. ....	48
Figura 41: Máximas fuerzas cortantes encontradas en el sistema de arriostramiento. ....	48
Figura 42: Máximas fuerzas cortantes encontradas en el sistema de arriostramiento. ....	49
Figura 43: Sección transversal final del arriostre concéntrico elegido. ....	50
Figura 44: Propiedades de área de la sección elegida. ....	50
Figura 45: Máximas distorsiones laterales en el esquema de reforzamiento incremental. ....	51
Figura 46: Máximos desplazamientos laterales en el esquema de reforzamiento incremental. ....	51
Figura 47: Máximas cortantes en el esquema de reforzamiento incremental. ....	51
Figura 48: Modelo estructural considerando arriostramiento concéntrico. ....	52
Figura 49: Esquema de reforzamiento basado en arriostres concéntricos. ....	52
Figura 50: Máximas distorsiones en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntricos. ....	52
Figura 51: Desplazamientos laterales en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntrico. ....	53
Figura 52: Fuerzas cortantes en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntrico. ....	53



## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo lograr una respuesta sísmica adecuada para el bloque A del colegio Mariscal de Huaraz, usando el reforzamiento incremental y arriostres concéntricos, esta investigación se propone evaluar la factibilidad técnica de reforzamiento, cuya finalidad es lograr una mejora en la respuesta sísmica de la estructura de dos niveles, el diseño de investigación fue del tipo experimental, se procedió a realizar muestras destructivas como la diamantina y las no destructivas la esclerometría para conocer las características del concreto, luego se ha realizado el estudio de la estructura en dos casos, siendo así el primer caso, el estudio de la estructura en su estado actual, el segundo caso es el estudio de la estructura reforzada con reforzamiento incremental y arriostres concéntricos, para los estudios analíticos se utilizó el software de Etabs. Se ha podido concluir que la estructura del colegio es deficiente ya que las máximas distorsiones laterales están en el orden de 8.2/1000, mismas que exceden los límites establecidos por la norma E-030. Por tanto, el uso del reforzamiento incremental y arriostres concéntricos lograron mejorar el comportamiento estructural, logrando reducciones en los niveles de distorsiones laterales de hasta un 30% y 50%. La estructura reforzada con arriostros concéntricos exhibió distorsiones laterales de hasta 4/1000, es decir, un 50% de las máximas distorsiones laterales de la estructura sin reforzamiento, así mismo el incremental demostró resultar útil ya que en la primera etapa del reforzamiento se encontró que las máximas distorsiones laterales fueron de 5.4/1000, mientras que, en la segunda etapa, el reforzamiento logro distorsiones laterales de 4/1000, lo que represento una reducción de hasta el 50% en los niveles de distorsiones.

**Palabras Claves:** Respuesta sísmica, reforzamiento incremental, arriostres concéntricos.

## Abstract

The objective of this investigation was to achieve an adequate seismic response for block A of the Mariscal de Huaraz school, using incremental reinforcement and concentric braces, this investigation aims to evaluate the technical feasibility of reinforcement, whose purpose is to achieve an improvement in the seismic response of The two-level structure, the research design was of the experimental type, destructive samples such as diamond and non-destructive samples were carried out sclerometry to know the characteristics of the concrete, then the study of the structure was carried out in two cases, The first case being the study of the structure in its current state, the second case is the study of the reinforced structure with incremental reinforcement and concentric braces, for the analytical studies the Etabs software was used. It has been possible to conclude that the structure of the school is deficient since the maximum lateral distortions are in the order of  $8.2 / 1000$ , which exceed the limits established by the E-030 standard. Therefore, the use of incremental reinforcement and concentric braces managed to improve the structural behavior, achieving reductions in the levels of lateral distortions of up to 30% and 50%. The structure reinforced with concentric bracing exhibited lateral distortions of up to  $4/1000$ , that is, 50% of the maximum lateral distortions of the structure without reinforcement, likewise the incremental one proved to be useful since in the first stage of reinforcement it was found that the maximum lateral distortions were  $5.4 / 1000$ , while, in the second stage, the reinforcement achieved lateral distortions of  $4/1000$ , which represented a reduction of up to 50% in distortion levels.

**Keywords:** Seismic response, incremental reinforcement, concentric braces.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial nuestro país está ubicado en una zona de alta amenaza sísmica por integrar al Cinturón de Fuego del Pacífico, zona en la que se produce más del 80% de los sismos de origen tectónico en el mundo, comprende las costas del Océano pacífico de las tres Américas como: Las islas Aleutianas, las Islas Curilis, Japón Filipinas y por último la Nueva Zelandia. En esta de la zona de convergencia de subducción de la placa Oceánica de Nazca que se introduce por debajo de la placa Continental Sudamericana generando terremotos de magnitud considerables.

Otra razón no menos importante para el Perú son los sismos de procedencia geológico cuya actividad sísmica representa un 10% del total de sismos ocurridos en nuestro país y que es ocasionado por fallas geológicas activas distribuidas en la cordillera de los Andes con terremotos menos frecuentes y de menor magnitud, las principales fallas activas en nuestro país son: Tambomachay (cusco), Cordillera blanca (Ancash), Huaytapallana (Junín), Quiches (Ancash) y por ultimo Moyobamba (San Martín) (Santana Tapia, 2015, pág. 6).

Siendo así los sistemas duales de pórticos de concreto armado y albañilería confinada son uno de los sistemas estructurales más empleados en las Instituciones Educativas en el Perú. De acuerdo con los datos suministrados por el Capeco y el Sencico, los pórticos de concreto armado en el Perú representan por lo menos el 70% de las estructuras existentes, por lo que su estudio tiene una relevancia clara y evidente.

Además, de las experiencias vividas en los sismos de Arequipa e Ica se pudo observar que la gran cantidad de daño observado en las numerosas estructuras evaluadas tuvo como causa probable la mala práctica constructiva realizada durante la edificación de estas estructuras. El daño observado se extendió a muchos tipos estructurales, siendo uno de los casos más frecuentes los de sistemas duales de pórticos de concreto armado y albañilería confinada típica de los colegios.



*Figura 1: Daños en el estructural dual durante el terremoto de Pisco (2007).  
FUENTE: San Bartolomé y Quin (2010).*

Ante esta situación surge la pregunta razonable de qué hacer con las estructuras de sistema dual existentes en el Perú, que han sido construidas con diseños deficientes, una primera respuesta, muy superficial y carente de todo criterio ingenieril, sería la demolición y la reconstrucción. Sin embargo, tal afirmación no es aplicable en la práctica, por la gran cantidad de estructuras con el mismo problema a nivel de todo el Perú.

De no resolverse este problema, o al menos presentar una solución parcial, el Perú estará expuesto a un problema social de gran magnitud, ya que, al ocurrir un evento sísmico de gran magnitud, muchas de estas estructuras educativas colapsaran de manera inevitable, provocando gran cantidad de muertos, heridos y un paro de la economía de las zonas afectadas.

El presente trabajo de investigación pretende estudiar el estado actual de una estructura educativa esencial del bloque A del colegio Mariscal Luzuriaga de Huaraz ubicado en el departamento de Ancash, provincia de Huaraz, distrito de Huaraz asimismo se realizarán dos propuestas de reforzamiento estructural, a decir, reforzamiento incremental y reforzamiento mediante arriostres concéntricos. En este sentido, es importante entender que las edificaciones esenciales deberán tener un comportamiento sísmico adecuado y mantenerse operativos después de la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

La edificación analizada es una estructura esencial de dos niveles de concreto armado y basada en un sistema dual, pórticos de concreto armado y albañilería confinada. Esta estructura fue construida alrededor de 1970, y por las características fisicomecánicas se prevé que tendrá un comportamiento estructural deficiente. En este trabajo de investigación, se propone estudiar el comportamiento mecánico de tal estructura, así como el comportamiento de la misma sometido a dos sistemas de reforzamientos diferentes.

De lo anteriormente planteado se formula el siguiente problema general ¿Qué sistema de reforzamiento, incremental o con arriostres concéntricos, brinda el mejor desempeño sísmico en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021?, así mismo en esta investigación se formula los siguientes problemas específicos de ¿Qué deficiencias estructurales presenta el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021?, ¿Cuáles son las características mecánicas de los arriostres concéntricos y del sistema de reforzamiento incremental en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021?, ¿Cuál es la respuesta sísmica en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021 reforzada con los arriostres concéntricos?, por ultimo ¿Cuál es la respuesta sísmica en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021 con reforzamiento incremental?.

Por consiguiente, la justificación de la investigación es que, existen numerosas estructuras con un diseño estructural deficiente dentro de nuestro país estas estructuras no satisfacen varios de los requisitos mínimos establecidos por las más recientes normativas peruanas, tanto en calidad de los materiales como en la cantidad requerida. Por tanto, hasta la persona más sencilla y sin ninguna preparación puede notar que tales estructuras tienen un elevado nivel de peligro de colapso en un sismo. Y aunque a menudo los profesionales del Perú ni siquiera son conscientes de su obligación social, el problema de las estructuras deficientes es responsabilidad de todos los que practican la ingeniería del Perú.

Por esta razón el presente proyecto de investigación se propone determinar las deficiencias que presenta un bloque típico del colegio emblemático Mariscal Luzuriaga de Huaraz. Además, se propone plantear una solución práctica y económica, que pueda ser implementada en esta estructura y que permita la mejora de su respuesta sísmica ante un evento sísmico.

Por otro lado, la delimitación espacial será desarrollado en el departamento de Ancash, Provincia de Huaraz, específicamente en el distrito de Huaraz.

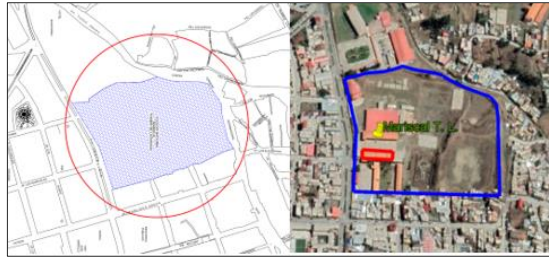


Figura 2: Plano de ubicación y vista satelital de la I.E. mariscal Luzuriaga..  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Siendo así, la importancia de la investigación pues permitirá generar una técnica de reforzamiento estructural factible y con un performance superior a los clásicos métodos de reforzamiento. Serán beneficiadas hasta el 70% de las infraestructuras educativas del Perú. Tal cifra se extrae de las conclusiones dadas por numerosas entidades nacionales, como Capeco, Sencico, Cismid, entre otras, mismas que ya han sido citadas con anterioridad, cantidad que debe tomarse seriamente; sin embargo, si el método de solución propuesto presenta ventajas puede aplicarse directamente a este número por lo que se deduce que el potencial de impacto es del 70%.

Por consiguiente, esta investigación tiene como principal objetivo general es lograr una respuesta sísmica adecuada para el bloque A del colegio Mariscal Luzuriaga de Huaraz, usando reforzamiento incremental y arriostres concéntricos.

Así mismo, se tiene como objetivos específico de determinar las deficiencias estructurales presentes en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021, establecer las características mecánicas de los dispositivos de reforzamiento del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021, determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021 reforzada con arriostres concéntricos, determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021 reforzada con refuerzo incremental.

Además, se formuló la siguiente hipótesis general de: El uso del sistema incremental de reforzamiento permitirá tener un mejor desempeño sísmico de la estructura reforzada frente al reforzamiento con arriostres concéntricos en el bloque A del colegio emblemático Mariscal Luzuriaga de Huaraz.

A la vez, se formuló las siguientes hipótesis específicos de: El bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz - 2021 fue construida en la década de los 70, por lo que se espera que tenga un comportamiento sísmico

deficiente y proclive al colapso ante la ocurrencia de un sismo, los dispositivos metálicos colocados en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz - 2021 poseen resistencias y ductilidades adecuadas para el fin que se persigue, el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz - 2021 reforzada con arriostres concéntricos presenta una respuesta sísmica adecuada y acorde con lo establecido en la norma E-030, el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz – 2021 reforzada con reforzamiento incremental presenta una respuesta sísmica adecuada y acorde con lo establecido en la norma E-030.

## II. MARCO TEORICO

En esta investigación se hace referencia a diferentes autores de niveles internacionales y nacionales que nos dan un mejor entendimiento sobre esta investigación.

A nivel internacional de acuerdo a (Ahed Habib & Ozgur , 2020) en su Artículo publicado “Reparación y fortalecimiento de columnas con revestimiento RC: una breve revisión del estado de la técnica”, el reacondicionamiento sísmico y/o el refuerzo de columnas RC ha sido un área de investigación popular durante décadas. Actualmente, el revestimiento de hormigón armado se considera la técnica más común para la reparación y el fortalecimiento de columnas RC deficientes y / o dañadas. En general, esta técnica es una solución práctica para recuperar y mejorar la capacidad de carga y la rigidez de las columnas de hormigón armado en países propensos a terremotos. Es un método simple que se puede aplicar a cualquier sección transversal de columna para rehabilitar elementos estructurales al revestir el miembro antiguo con una chaqueta rígida. La importancia de este enfoque proviene de su capacidad para mejorar la capacidad de carga, la resistencia y la rigidez de cualquier sección de columna de manera significativa sin la necesidad de mano de obra experimentada o procesos de instalación complicados. Este artículo resume y compara las conclusiones generales de investigaciones recientes sobre el reacondicionamiento de columnas utilizando revestimientos de hormigón armado. Como parte de este estudio, se revisaron estudios experimentales, analíticos y numéricos y se recopilaron y discutieron sus hallazgos.

Asi mismo, de acuerdo a (Shuang & And Jintao, 2019) en su Artículo publicado “Modernización de estructuras de marcos existentes para aumentar su economía y sostenibilidad en regiones de alto riesgo sísmico”, el estudio propone un método de reacondicionamiento con un diseño óptimo de amortiguadores viscosos para mejorar la capacidad estructural resistente a terremotos. El método de actualización utiliza en primer lugar un modelo de marco 2D y coloca los amortiguadores viscosos en la estructura para satisfacer los requisitos de rendimiento bajo intensidades de terremoto de diseño específicas del código y luego realiza un diseño óptimo para aumentar la capacidad de resistencia al colapso estructural. El análisis de patrones de falla y el análisis de fragilidad muestran que el diseño óptimo conduce a un mejor



desempeño que la estructura del marco original. Para estructuras regulares, se demuestra que el patrón óptimo de colocación del amortiguador viscoso obtenido de un modelo de marco 2D se puede utilizar directamente en la actualización del modelo de marco 3D. Los análisis de pérdidas económicas y tiempo de reparación se llevan a cabo para la estructura de marco modernizada bajo diferentes intensidades de terremoto, incluidos los terremotos frecuentes, los terremotos ocasionales y los terremotos poco frecuentes. Aunque el método propuesto se basa en análisis de historial de tiempo, parece que el costo computacional es aceptable porque se adopta el modelo de marco 2D para determinar el patrón óptimo de colocación del amortiguador viscoso; mientras tanto, el propietario puede conocer claramente los beneficios económicos de la modernización bajo diferentes intensidades de terremoto. La actualización también hace que el marco tenga problemas ambientales reducidos (como la emisión de carbono) en comparación con el marco original en el proceso de reparación después de que ocurra un terremoto raro.

Por otro lado para los autores (Loa, Muñoz, & Santa Cruz, 2017) en su artículo titulado “Evaluación sísmica de técnicas de reacondicionamiento sísmico incremental para escuelas típicas peruanas: enfoque teórico”, las escuelas típicas peruanas fueron construidas con un código sísmico ahora desactualizado que no garantiza la seguridad de la población estudiantil. Este tipo de edificios presenta una falla estructural indeseable conocida como columna corta, es decir, columnas delgadas parcialmente restringidas por muros de relleno. El objetivo de este artículo es evaluar técnicas de reacondicionamiento de bajo costo propuestas por un estudio previo de acuerdo con la Metodología de reacondicionamiento incremental propuesta por FEMA 395. Análisis dinámico incremental, IDA se utiliza para analizar la estructura original y reacondicionada en términos de respuesta estructural y daño estado para diferentes niveles de intensidad. Los resultados de estos análisis revelan la efectividad de las intervenciones en términos de valores económicos.”

De igual manera, para el autor (Aguilar Iza, 2016) en su tesis “Evaluación estructural mediante el FEMA 154 del NEC y propuesta de reforzamiento de la institución Honrar la vida del D.M.Q.”, el objetivo es la evaluación estructural a la institución Honrar la Vida, ubicada en el gobierno local Metropolitano de acuerdo al formato FEMA 154 del NEC, así dar propuestas de reforzamiento más adecuada,

la metodología que se realizó es la visita preliminar, levantamiento estructural, ensayos destructivos, aplicación del formato FEMA 154, después de obtener los datos de los ensayos, hace análisis estático lineal y el análisis dinámico lineal, llega a la conclusión que la aplicación del formato FEMA 154, que dicha estructura posee un alto grado de vulnerabilidad puesto que su puntuación es de -0.1 encontrándose dentro de las calificaciones menores a dos, la aplicación de los niveles de investigación BS1 y SS1 conlleva mucha incertidumbre en los resultados, es por ello que se debe realizar ensayos para determinar las características mecánicas de los materiales y determinar los armados de los elementos estructurales.

Por último, según el autor (Aroquipa, 2020) en su Artículo “Evaluación de Alternativa de Reforzamiento Sísmico Incremental para Edificaciones en Términos de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico”, La presente investigación describe la metodología y resultados de la evaluación de un conjunto de alternativas de reforzamiento sísmico incremental para las edificaciones escolares características en el Perú (previas a 1997) denominadas 780PRE (40,000 centros en todo el Perú), en el presente trabajo se revisó el diseño de los edificios escolares 780PRE siguiendo las indicaciones de La Norma Peruana (NDSR-2016). No obstante, estas edificaciones, debido a que en su concepción se ostentó de código de diseño permisible a la flexibilidad (NDSR-97), no posee una capacidad y rigidez adecuada ante movimientos sísmicos ocasionales. Para ello se plantea varios niveles de reforzamiento incremental que mejoren el desempeño en función a la vulnerabilidad sísmica. La metodología considerada se divide en dos partes. La primera parte, es la obtención y evaluación de las funciones de vulnerabilidad para cada nivel de reforzamiento incremental. La segunda parte, se centra en la evaluación económica mediante los indicadores de viabilidad de los reforzamientos según el riesgo sísmico (VAN, TIR y Costo Beneficio). Los resultados muestran, en su estado original, evidencia la flexibilidad de las estructuras y presencia de columnas cortas en su rango elástico, fallando antes de fluir (38% y 75% de daños para sismos ocasionales y raros). Por otro lado, en los niveles de reforzamiento incremental mejoran su desempeño 172% y 127% en resistencia y rigidez respectivamente en su nivel final para sismos ocasionales (3.5% de daño) y raros (12.5% de daños).

A nivel nacional, según el autor (Loa Canales, 2017) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997”, el objetivo es evaluar el desempeño sísmico de tres técnicas de reforzamiento en etapas incrementales en las edificaciones ya construidas antes del 1997, esta propuesta de reforzamiento es mediante métodos de análisis no lineal de la estructura: Método de espectro de capacidad y el método IDA, llegó a la conclusión de que las estructuras educativas con o sin juntas adecuadas no tienen un adecuado desempeño sísmico, así mismo la dirección transversal de los módulos 780 PRE no tiene el desempeño sísmico esperado, también el reforzamiento óptimo consistirá en solo la primera fase basándose en el análisis costo – beneficio para la estructura por último ambos métodos estiman con cualquier método de reforzamiento que la estructura podrá llegar a un daño operacional y funcional para un sismo ocasional y raro.

De tal manera que el autor (Rojas Nicho, 2019) en su tesis “Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019”, el objetivo de esta investigación es analizar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar en Pacasmayo – Huaral, así mismo hace una propuesta de reforzamiento con el sistema de encamisado de concreto y encamisado metálico, para hacer esta investigación seleccionó un edificio multifamiliar de tres niveles de muros de albañilería confinada en dirección X y Y. también realizó las pruebas de diamantina y la esclerometría y el estudio de mecánica de suelos para poder saber la capacidad portante del suelo, luego hace un modelamiento con los dos sistemas de reforzamiento, obteniendo como resultado del modelamiento dice que el ensanche de columnas en dirección X logra mejorar significativamente el desempeño sísmico en relación a la rigidez lateral obtuvo que la rigidez en el eje X con encamisado metálico incrementa 0.92% y con encamisado de concreto obtuvo 3.66%, asimismo la rigidez en el eje Y con el encamisado metálico aumenta 5.14% y con encamisado de concreto se obtuvo 7.36%.

A si mismo, según los autores (Rojas Ruiz & Tito Apaza, 2018) en sus tesis “Diseño del reforzamiento estructural del pabellón C en la I.E. N°629-6034 Carbonell, San Juan de Miraflores, Lima, 2018”, tiene como objetivo obtener el diseño del reforzamiento estructural del pabellón C en la I.E. 629-6034 Carbonell

ubicado en San Juan de Miraflores, la metodología de esta investigación es de tipo aplicada por que se pone en práctica los conocimientos teóricos para obtener el diseño del reforzamiento estructural, el nivel es descriptivo, el diseño es no experimental debido a que no se manipula la variable de estudio, la población de estudio es la estructura del pabellón, realizo el análisis sísmico dinámico con lo cual hizo la verificación de las derivas máximas de 5/1000, llega a la conclusión de que los elementos estructurales de albañilería, elementos de confinamiento y elemento de concreto armado necesitan ser reforzados.

Por otro lado, según los autores (Martinez Giron & Sedano Taipe, 2019) en sus tesis titulado “Análisis del Riesgo Sísmico y Propuesta de Reforzamiento de la Institución Educativa Aichi Nagoya en Ate, Lima, 2019”, el presente investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo sísmico de la institución educativa Aichi Nagoya en Ate, Lima, 2019, con la finalidad de hacer el reforzamiento sísmico, la metodología para la recopilación de la información del centro educativo hizo el estudio de mecánicas de suelos, la extracción de los testigos de diamantina luego hacer el modelamiento estructural a través del software Etabs, concluye que la estructura de la institución tiene una vulnerabilidad alta por lo que presenta baja rigidez de sus elementos resistentes a fuerzas laterales en el eje longitudinal, asimismo presencian inestabilidad de tabiques por lo que la estructura sufrirá fallas estructurales en un movimiento sísmico, para ello se debe implementar el reforzamiento sísmico, en el que el autor de esta investigación propone el encamisado en columnas, la introducción de aletas tipo placas y la incorporación de muros de albañilería.

A sí mismo, a la fecha el 44% del alumnado, se encuentran en la zona sísmica cuatro (Z4), es la zona más activa de todo el Perú, estas edificaciones construidos que fueron diseñados con la Norma de 1977, por la alta sismicidad se produjeron daños en muchos colegios, principalmente por el efecto de la columna corta (Zavala, 2021, pág. 14).

Por otro lado, hay colegios que han sido construido por los padres de familia (APAFAS), estos colegios representan un 41.18% aproximadamente, además han sido construidos por los gobiernos regionales que representan el 30.85%, también por el gobierno nacional aproximadamente de 21.88% (Diaz Figueroa, 2020, pág. 24).

Por otro lado, se tiene como objetivo el reforzamiento incremental es la reducción o la eliminación de los gastos por interrupciones de programas educativos siendo la opción más óptima para el reforzamiento en estructuras educativas, por ello se presenta en la figura 3 un esquema planteado por la FEMA 395.

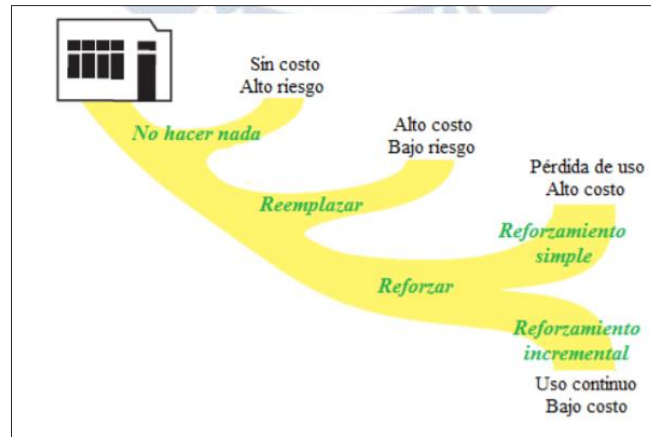


Figura 3: Opciones de reducción de riesgo sísmico.  
**FUENTE:** FEMA 395 (2003).

Además, el reforzamiento incremental es un proceso de reforzamiento estructural pensado para ser implementado en etapas dentro de una edificación. En este sentido, el diseñador propone que el reforzamiento se implemente en diferentes etapas, de tal forma que dentro del periodo establecido se tenga el reforzamiento deseado.

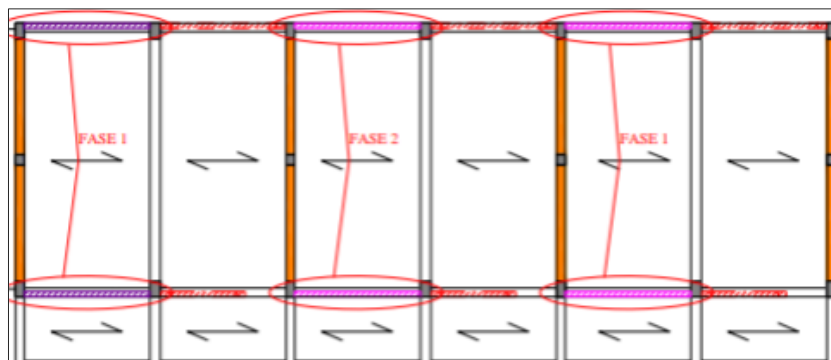


Figura 4: Secuencia de reforzamiento incremental.  
**FUENTE:** Muñoz Peláez (2015).

Es por ello que el reforzamiento incremental puede implementarse con cualquier tipología de reforzamiento. Es decir, puede realizarse usando reforzamiento con encamisado de columnas, disipadores de energía, o mediante el uso de arriostres concéntricos. La condición para su implementación está basada únicamente en la secuencia necesaria para su implementación.

De manera que el presente trabajo de investigación usara la técnica del reforzamiento estructural mediante la implementación de los arriostres concéntricos

en una serie de etapas, tal como se presenta en la figura 4. En esta figura se aprecia que la estructura requiere de reforzamiento total que es implementada en dos etapas, fase 1 y fase 2.

Por ende, el sistema de arriostramiento concéntrico es un sistema estructural basado en el método punta tirante. Este sistema está inspirado en los típicos sistemas estructurales reticulares de las cerchas planas. Su objetivo consiste en el incremento de la rigidez y resistencia lateral. Es ampliamente recomendado en instituciones educativas tales como colegios.



*Figura 5: Edificación educativa típica de dos niveles.  
FUENTE: Elaboración Propia.*

Siendo así la institución educativa típica que se presenta en la siguiente figura 5. En este tipo de edificaciones usual encontrar sistemas duales, basados en pórticos de concreto armado en una dirección y albañilería confinada en otra. La deficiencia más común en este tipo de edificaciones es la falta de rigidez lateral en la dirección de los pórticos, pues las dimensiones que poseen, tanto las columnas, como las vigas, son insuficientes.

En este sentido, resulta útil la aplicación de este tipo estructural pues logra incrementar de manera notable la rigidez lateral, así como la resistencia lateral. En las siguientes figuras que se muestra la aplicación de este sistema de reforzamiento a la edificación de análisis.

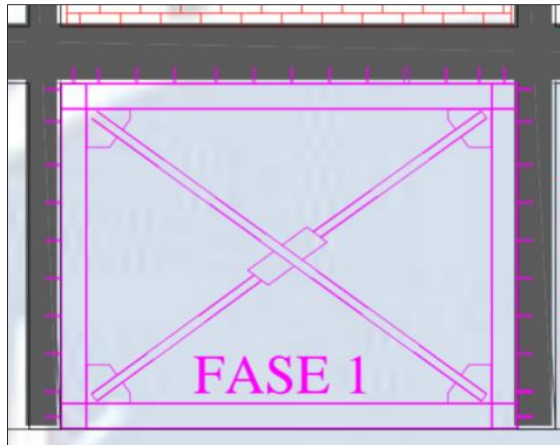


Figura 6: Reforzamiento estructural mediante arriostres concéntricos.  
**FUENTE:** Muñoz Peláez (2015).

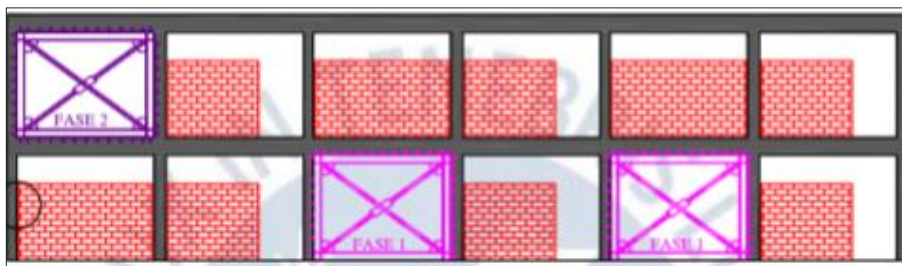


Figura 7: Reforzamiento estructural mediante arriostres concéntricos.  
**FUENTE:** Muñoz Peláez (2015).

Por consiguiente, para el desarrollo de este trabajo se harán uso de normas peruanas e internacionales. Las normas peruanas usadas serán la norma de cargas (E-020), norma de diseño en concreto armado (E-060), norma de diseño en acero (E-090), norma de diseño sísmico (E-030), norma de mecánica de suelos(E-050). En cuanto a las normas internacionales, se usarán el ASCE 41, FEMA 274, ATC 40, ASCE 7-16 y el FEMA 395 al 400.

Po tanto el peligro sísmico y la microzonificación sísmica de acuerdo con la información de investigaciones científicas, el Perú es un país altamente sísmico que forma parte de los países que se encuentran dentro del llamado “Cinturón de fuego del Pacífico” que se caracteriza por concentrar el 75% de volcanes activos e inactivos del planeta, pues es una zona extensa de subducción, la más grande de todo el mundo. Históricamente, han ocurrido aproximadamente el 80% de los sismos de gran magnitud y han ocasionado daños y pérdidas personales como materiales. Por ello, en ingeniería, se viene estudiando y trabajando en la prevención y reducción de daños y pérdidas como consecuencia de los sismos.

Se denomina peligro sísmico a la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área y tiempo determinado. De acuerdo con la Norma Técnica E.030 Diseño

Sismorresistente del 2018, el Perú está dividido en cuatro zonas sísmicas, tal como se indica en la figura 8.

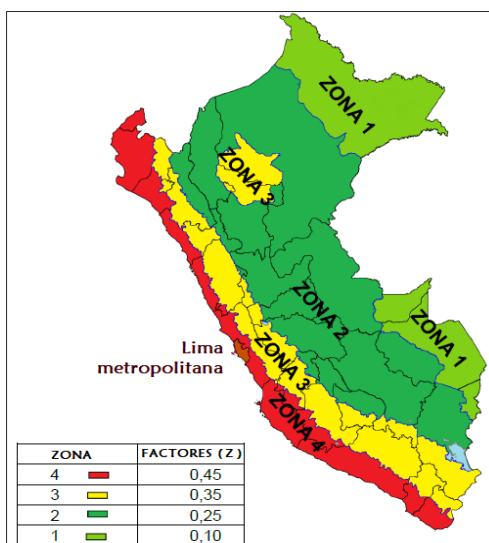


Figura 8: Mapa de zonificación sísmica del Perú.  
**FUENTE:** Norma E-030.

Como se observa en la figura, el departamento de Ancash, provincia de Huaraz, distrito de Huaraz se encuentra en la Zona 3 (color Amarillo), en consecuencia, El factor de zona es  $Z = 0.35$ , el cual se expresa como una fracción de la aceleración máxima horizontal de la gravedad en suelo rígido con una probabilidad del 10% de ser excedida en 50 años, según (Ministerio de Vivienda, 2020).

Según estudios del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2018), todas las ciudades costeras se encuentran en permanente exposición al peligro de sismos y tsunamis. Específicamente una de las zonas de mayor peligro es la costa central del Perú, que abarca las regiones de Ica, Lima y Ancash. Estos estudios advierten que de liberarse la energía sísmica que se viene acumulando desde el año 1746, podría desencadenar un gran terremoto de grado 8.5 a 8.8Mw (magnitud de momento). Asimismo, de acuerdo con la metodología basada en cálculos estadísticos y utilizando un catálogo sísmico homogéneo propuestos por (Cristobal & Hernando, 2016), en consecuencia afirman que existe una probabilidad mayor de 70% de ocurrir un sismo en los próximos 75 años.

En consecuencia el enfoque tradicional, está basado en la capacidad que tiene la propia estructura de disipar la energía introducida por el sismo a través de una combinación de propiedades conocidas como ductilidad, resistencia y rigidez (Aguiar Falconi, 2016).



Es de esperar que la estructura tenga un comportamiento elástico ante sismos leves e inelástico cuando esté sujeto a sismos moderados o de gran magnitud. Este comportamiento inelástico está caracterizado por la disipación de energía a través de las deformaciones no recuperables que se agravan conforme se incremente la deriva de entrepiso; teniendo como consecuencia daño estructural y no estructural, que en muchos casos resulta ser cuantioso.

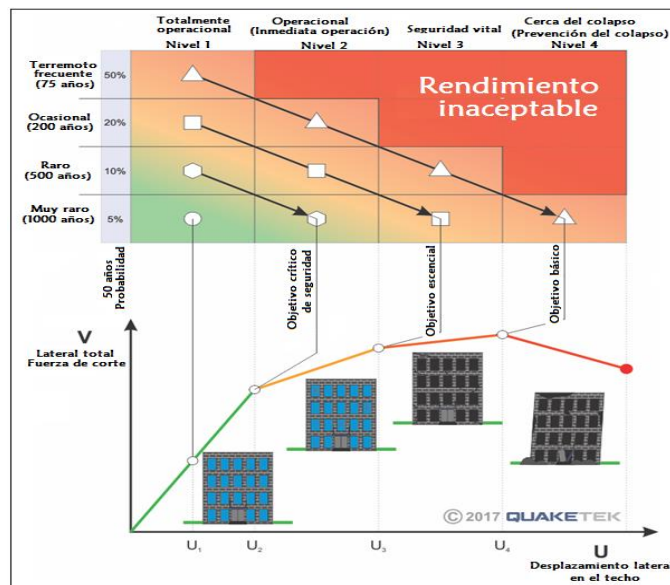


Figura 9: Enfoque del diseño tradicional basado en el daño estructural.  
**FUENTE:** Quaketek, 2018.

El enfoque tradicional de diseño sísmico toma entre sus consideraciones el hecho de que dentro del estado del arte de la ingeniería estructural no es posible determinar con toda precisión la demanda sísmica esperada en un sitio específico, por lo que el uso de un modelo determinístico resulta de una aplicación limitada. Al no tener la demanda sísmica plenamente establecida, no es posible obtener la respuesta sísmica de manera cerrada, aun cuando el modelo considerado sea muy refinado.

Ante esta situación aun cuando los niveles de aceleraciones se han establecido con cierto nivel de probabilidad de excedencia, existe la probabilidad de que estos valores sean excedidos y de manera amplia, como se ha observado en muchos eventos sísmicos como los ocurridos en Northridge, Kobe, Chichi, Ecuador, entre otros. Esta posibilidad obliga a los ingenieros a diseñar estructuras con capacidad de tolerar demandas sísmicas no previstas y más aún, obliga a buscar diseños con un comportamiento sísmico adecuado, es decir, que pueda tolerar demandas adicionales mediante la formación de rotulas plásticas.

Es importante entender que el análisis estructural es un proceso matemático orientado a predecir el comportamiento sísmico de las estructuras; sin embargo, muchos modelos disponibles dentro de la literatura científica permiten incorporar una u otras consideraciones. Es así que en esta sección analizaremos los tipos de análisis estructurales disponibles (Zheng & Wang, 2017).

El primer tipo de análisis disponible es la clásica teoría elástica lineal de primer orden. Este tipo de teoría considera que existe una relación elástica lineal entre los esfuerzos aplicados en un material y las deformaciones unitarias. Además, establece las ecuaciones de equilibrio en la configuración deformada, bajo la consideración de que la posición deformada no difiere radicalmente de la posición deformada (Chang-Hwan, Jinkyu, Do-Hyum, Jaeho, & Young, 2016).

El segundo tipo de análisis estructural disponible es el análisis estructural elástico de segundo orden. Este tipo de análisis considera la relación lineal entre los esfuerzos y las deformaciones unitarias en los materiales; sin embargo, establece las ecuaciones de equilibrio en la posición deformada, lo que genera fuerzas y momentos de segundo orden. Esta teoría establece que las matrices de rigidez de los elementos estructurales depende de las cargas axiales actuantes en los elementos estructurales lo que da origen a una serie de ecuaciones no lineales (Chang-Hwan, Seuung-Hee, Do-hyum, Jintak, & Young, 2016).

### III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

De acuerdo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), una investigación es experimental, si se manipula de manera deliberada la variable independiente. En el caso de análisis, se estudiarán tres casos específicos, el caso en el que la estructura no tiene el reforzamiento, el caso de la estructura con reforzamiento incremental y el caso en el que la estructura tiene reforzamiento con arriostres concéntricos. Por tanto, se concluye que la tesis es experimental.

La presente tesis realizará un estudio analítico de la estructura objeto de estudio. Tal estudio estará dividido en dos fases bien diferenciadas.

La primera se dedicará al estudio de la estructura en su estado actual. Tal análisis tiene como finalidad establecer todas las deficiencias estructurales que presenta, con la finalidad de poder idear el mejor método de aplicación de los métodos de reforzamiento.

La segunda parte se analizará el efecto de la aplicación del reforzamiento incremental de estructuras. Esto deberá incluir el modelamiento del comportamiento no lineal de los elementos de reforzamiento, de esta manera se podrá evaluar si el reforzamiento concéntrico y el reforzamiento incremental tienen un efecto importante en la respuesta sísmica.

Finalmente, se estudiará el reforzamiento basado en arriostres concéntricos. El análisis consistirá en la determinación de la demanda de rigidez y la cantidad de reforzamiento concéntrico requerido. Se realizará el modelo de análisis no lineal apropiado, basado en rotulas no lineales axiales.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### 3.2.1. Variable Independiente (X)

La variable independiente de acuerdo con los objetivos de la investigación propuesta, la variable independiente vendría a ser el sistema de reforzamiento estructural. Se puede escribir:

**X= Sistema de reforzamiento estructural**

Esta variable tendrá tres valores dentro de la tesis, siendo estas, sin reforzamiento, con reforzamiento incremental y con arriostreamiento concéntrico.

**Definición Conceptual:** Dispositivos orientados a mejorar el sistema estructural (Muñoz Pelaez, 2017).

**Definición operacional:** Dispositivos dotados de rigidez elástica, fuerza de fluencia, rigidez pos-fluencia.

**Dimensión:** Rigidez elástica, Fuerza de fluencia y Rigidez posfluencia.

**Indicadores:** Rigidez elástica (t/m), Fuerza de fluencia (t) y Rigidez posfluencia (t/m).

**Escala de medición:** Intervalo

### 3.2.2. Variable Dependiente (Y)

De acuerdo con el estudio propuesto, se pretende la mejora de la respuesta sísmica de edificaciones. Por tanto, en el presente estudio se considera que la variable dependiente será la respuesta sísmica de la edificación analizada. Se puede escribir:

**Y= Respuesta sísmica de la edificación.**

La variable propuesta será caracterizada mediante tres dimensiones, las que será, los máximos desplazamientos laterales, las máximas distorsiones laterales de entrepiso y las máximas aceleraciones.

**Definición conceptual:** Forma como la estructura responde ante la acción de fuerzas laterales inducidas por la acción de un sismo. (Muñoz Pelaez, 2017)

**Definición operacional:** Forma en que la estructura responde en términos de desplazamientos, distorsiones y aceleraciones laterales.

**Dimensión:** Máximos desplazamientos laterales, Máximas distorsiones laterales y Máximas aceleraciones de entrepiso.

**Indicadores:** Desplazamientos laterales (m), Distorsiones laterales (m/m) y Aceleraciones de entrepiso (m/s<sup>2</sup>).

**Escala de medición:** Intervalo.

## 3.3. Población y Muestra

### 3.3.1. Población de la Investigación

El presente estudio se centra en el estudio del comportamiento de un caso de estudio, en este caso, un bloque del colegio emblemático Mariscal Luzuriaga de Huaraz. Por tanto, el universo del presente estudio es unitario, de tal modo no se utilizará datos estadísticos.

La edificación analizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación es un edificio de pórticos de concreto armado de dos niveles. La edificación fue elegida debido a que, por su configuración estructural, y las dimensiones de los elementos resistentes a cargas laterales, se prevé que no cumple con los requisitos de rigidez exigidos por la norma peruana de diseño sísmico. Este hecho, provocará que las máximas distorsiones inducidas por la acción de un sismo superen los límites máximos permitidos por la norma de diseño E-030, por lo que es de esperarse que esta estructura sufra de daño severo, incluso el colapso, sino se toman medidas preventivas.

### **3.3.2. Muestra de la Investigación**

Debido a que la población o el universo del presente estudio es unitario, la muestra elegida coincidirá con el universo establecido.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnicas**

La recopilación de datos se desarrollará en tres partes. La primera es el recojo de datos de las características geométricas de la edificación existente; el segundo paso será la recolección de información de las propiedades de los materiales instalados y finalmente; el estudio de las propiedades del suelo circundante.

Para el recojo de las características geométricas de la edificación se hará una visita presencial a la edificación considerada, de la que primero se tomarán una serie de fotografías, usando cámaras de alta resolución o cámaras de celular con una resolución aceptable. Acto seguido se procederán a identificar los tipos de columnas existentes dentro de la edificación, así como los tipos de vigas presentes. Además, se registrarán las secciones de los elementos estructurales ya identificados. Posteriormente se medirán las distancias existentes entre los elementos verticales y la altura de los entresijos. Es importante aclarar que también se deben medir las dimensiones de las losas.

El segundo estudio consistirá en elegir al azar dos columnas y dos vigas del primer nivel, asimismo en el segundo piso se ha elegido al azar dos columnas y dos vigas para el ensayo destructivo de diamantina para determinar las características del concreto, las columnas y vigas restantes también se han elegido al azar en el primer piso dos columnas y dos vigas, así como también para el segundo piso dos

columnas y dos vigas se han sometido a un estudio de esclerometría para poder determinar las características de los materiales colocados. El estudio esclerómetro es un proceso no destructivo que nos permitirá determinar la calidad del concreto instalado en la estructura. En cuanto al estudio de los reforzamientos existentes, este se hará mediante el estudio de los planos de estructuras a los que se han tenido acceso.

El tercer estudio realizado consiste en un estudio de mecánica de suelos del sitio de interés. Estos datos se obtendrán esencialmente de dos maneras, mediante estudios in situ, en menor medida, y mediante estudios de definitivos de la zona elaborados por el Centro Peruano Japonés Sísmico de Mitigación de Desastres (CISMID) y la Microzonificación Sísmica de la Provincia de Huaraz. En este punto es importante entender que las características necesarias para el análisis sísmico son esencialmente las características dinámicas del suelo, especialmente, el periodo fundamental del vibrar del suelo, la velocidad de propagación de ondas de corte en profundidad, el módulo de corte del suelo, entre otros.

#### **3.4.2. Instrumentos**

Los instrumentos usados en el desarrollo del presente trabajo de investigación se enumeran a continuación.

1. Cuaderno para recolección de datos de geometría
2. Fichas de recolección de materiales
3. Cinta métrica
4. Ensayo de Diamantina
5. Ensayo de Esclerómetro
6. Etabs
7. Hojas de cálculo en Excel
8. Word

#### **3.4.3. Validez**

De acuerdo con (Hernández Sampieri, Fernñández Collado, & Baptista Lucio, 2014) la validez de un instrumento es un indicador de si el instrumento usado para medir cierta variable realmente mide tal variable y no una alterna. Además, de acuerdo con (Chavez Abad, 2015), en el caso de los instrumentos usados en ingeniería, basados en alguna magnitud física, y usadas en la práctica de la

ingeniería, no se requiere de un análisis de validez. Un ejemplo de esto sería, cuando se mide una longitud, a nadie le queda duda que una cinta métrica mide la longitud y no la temperatura, estos instrumentos vienen calibrados desde la fábrica.

#### **3.4.4. Confiabilidad**

De acuerdo a (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), la confiabilidad es una medida del número de aciertos logrados para una vecindad de una medida dada. En este sentido, y en términos prácticos, la confiabilidad puede definirse como el número de medidas cercanas a un patrón definido. Así, si se mide repetidamente la longitud de un objeto y si estas medidas se parecen unas de otras, se dirá que el objeto es confiable, mientras que, si numerosas repeticiones arrojan números distintos unos de otros, se dirá que el instrumento de medida no es confiable.

En el caso de los instrumentos usados en este trabajo de investigación se puede afirmar que la confiabilidad de estos depende directamente de la calibración de los instrumentos usados y esta es provista por el fabricante. Como ejemplo se considera la cinta métrica. Como se puede observar, la confiabilidad de este instrumento dependerá de la confiabilidad suministrada por el fabricante.

En el caso del ETABS, software de análisis estructural no lineal, se considera que la confiabilidad proviene de diversas fuentes. Para empezar el fabricante del mismo CSICOMPUTERS, provee en su página web oficial de una serie de especificaciones y ejemplos de análisis fácilmente verificables para evaluar la confiabilidad del software; así mismo se presentan problemas de análisis estructural con soluciones cerradas y luego se comparan con las soluciones obtenidas por el programa, observando niveles de correlación adecuados. Estos datos muestran la confiabilidad del programa.

#### **3.4.5. Procedimiento**

La realización de este trabajo de tesis requerirá de dos pasos. El primero será la recolección de información de campo, tales como levantamiento de la geometría de la edificación, columnas, vigas, placas, muros, losas, entre otras. Además, se levantará información de la calidad de los materiales existentes, tal es el caso del concreto, del acero, albañilería, entre otros, de existir. Finalmente, se estudiarán las características mecánicas del suelo de fundación. Este proceso se realizará de

dos formas, mediante la extracción de testigos de diamantina, a partir de calicatas, o mediante la consulta de mapas de microzonificación sísmica.

El segundo paso consistirá en el modelamiento de la edificación en su estado actual mediante el empleo de un software de análisis especializado, en este caso ETABS. El modelo deberá hacerse de tal forma que los elementos matemáticos representen de manera razonable los elementos estructurales presentes y su comportamiento. Se evaluarán funciones de interés, tales como los máximos desplazamientos, distorsiones, aceleraciones, y máximas velocidades. Tales valores serán usados como indicadores del comportamiento estructural.

### **3.5. Método de análisis de datos**

Los instrumentos usados para cada uno de los casos de estudio considerados anteriormente serán descritos de manera resumida a continuación, y manteniendo el orden en el que fueron descritas las técnicas de trabajo a emplearse.

Para la medida de las características geométricas de la estructura analizada, se usará una wincha metálica de 15m. Estas medidas serán posteriormente registradas en unos cuadernos de trabajo. Finalmente, para la traducción de esta información en planos, se usará el software de dibujo asistido AutoCAD.

Finalmente, para el caso del estudio de los materiales, se usará un esclerómetro calibrado adecuadamente. Debido al alto costo de estos equipos, no se comprará, sino que se alquilará a una empresa constructora especialista en estudios estructurales.

### **3.6. Aspectos Éticos**

La información consignada en este trabajo de investigación es original y la información y producción intelectual de terceros se ha citado adecuadamente, brindándole el reconocimiento y crédito a los mismos, de acuerdo con las conductas éticas dentro de la investigación científica.



#### IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan todos los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta en el capítulo tres a las preguntas de investigación propuestas en el capítulo uno. Con la finalidad de hacer más clara la exposición, los resultados se ha presentado de acuerdo con los objetivos propuestos en el capítulo uno. Con estas consideraciones se da inicio a la explosión de los resultados.

##### Objetivo específico uno:

Determinar las deficiencias estructurales presentes en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021.

#### 4.1. Estudio de las características estructurales de la edificación

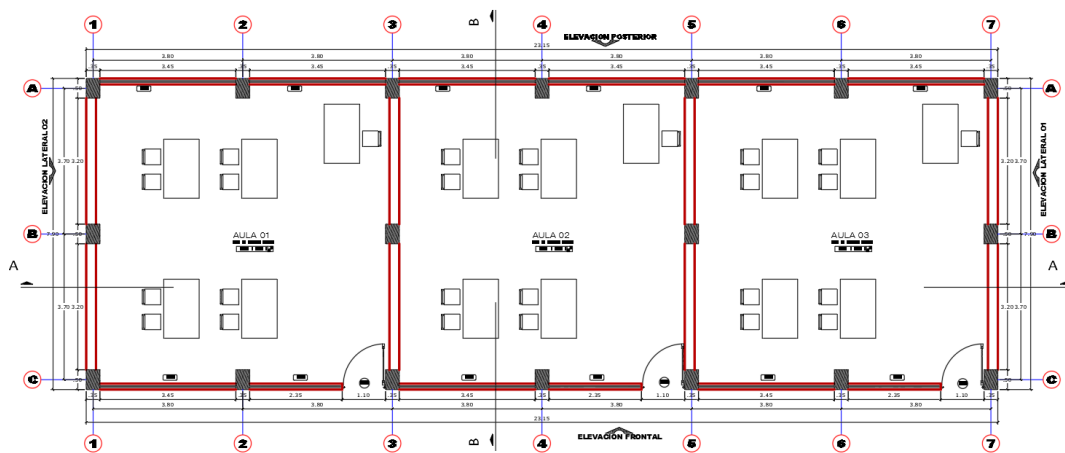


Figura 10: Vista en planta del primer nivel.  
FUENTE: Elaboración Propia.

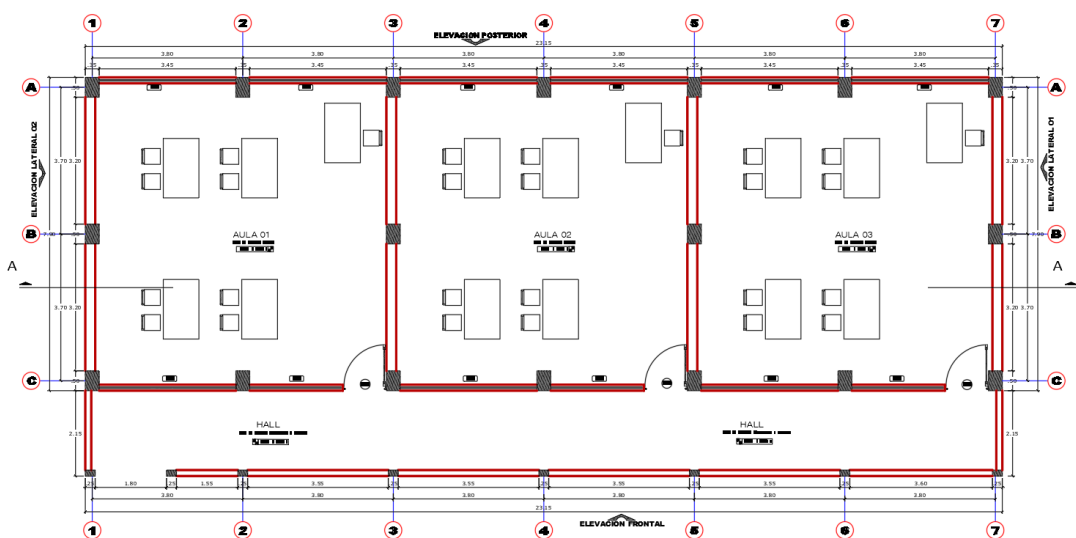


Figura 11: Vista en planta del segundo nivel.  
FUENTE: Elaboración Propia.

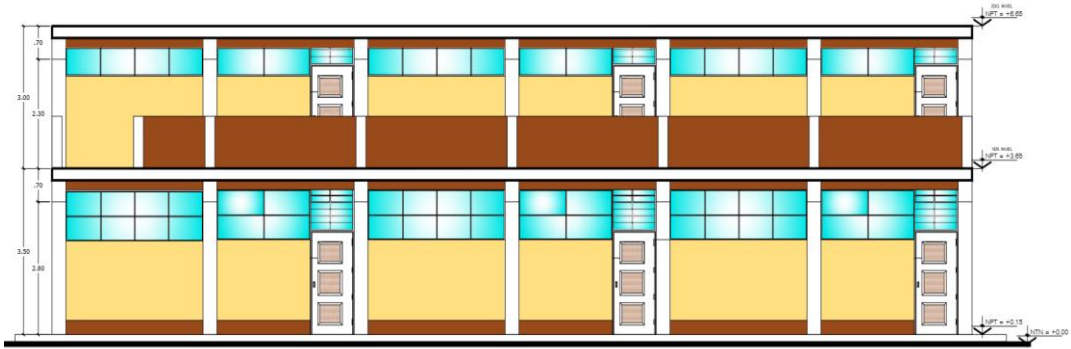


Figura 12: Elevación frontal de la estructura analizada.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

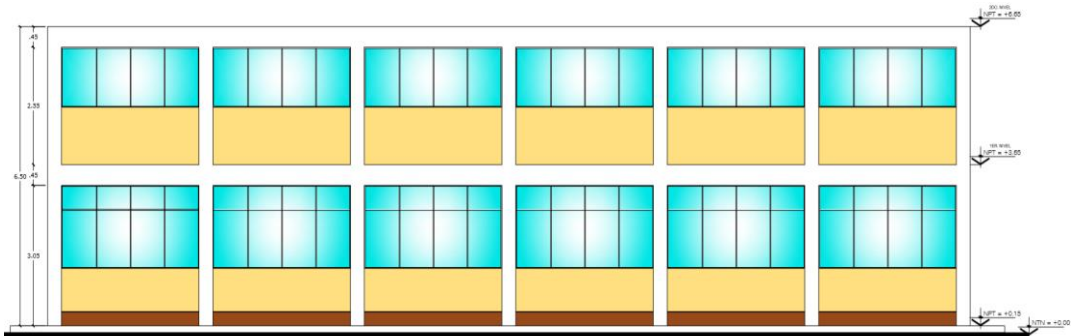


Figura 13: Elevación posterior de la estructura analizada.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

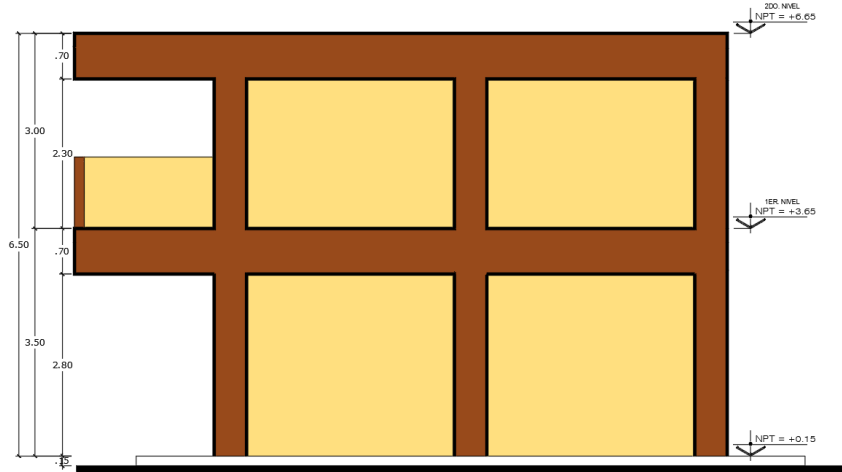


Figura 14: Elevación lateral de la estructura analizada.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

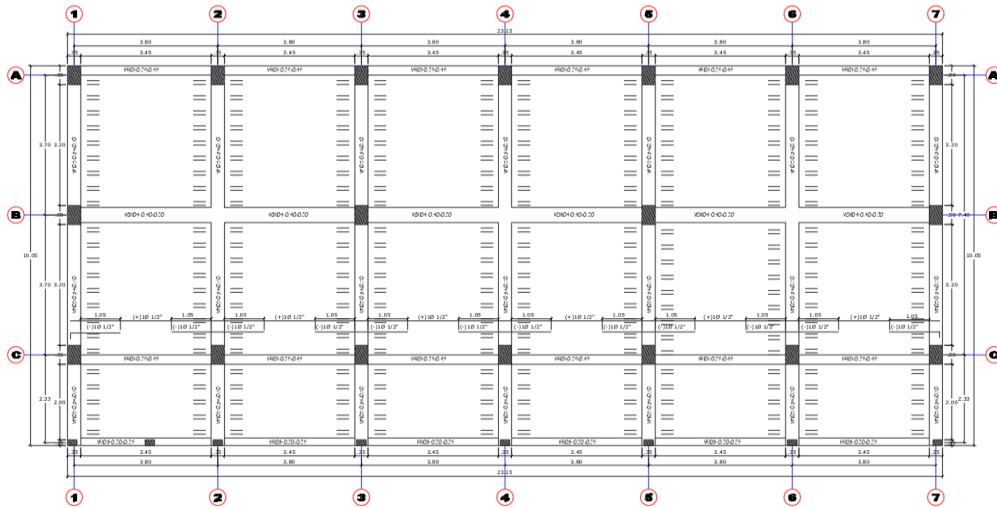


Figura 15: Encofrado de losa aligerada típico del primer y segundo piso.  
FUENTE: Elaboración Propia.

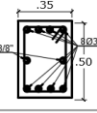

CUADRO DE COLUMNAS				
TIPO	CANT.	VARILLAS	SECCIÓN	ESTRIBOS
C-1	18	8 Ø 3/4" + 2 Ø 3/8"		Ø 3/8" 1 @ 0.05 m, 9 @ 0.08, 4 @ 0.15, Rto @ 0.25 m. A.E.
CL-1	07	8 Ø 3/4"		Ø 1/4" 1 @ 0.05 m, 9 @ 0.08, 4 @ 0.15, Rto @ 0.25 m. A.E.

Figura 16: Cuadro de secciones de columnas presentes en la estructura analizada.  
FUENTE: Elaboración Propia.

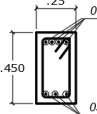
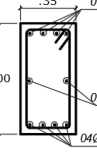


CUADRO DE VIGAS			
TIPO	VARILLAS	SECCION	ESTRIBOS
VS-101 VS-201	07 Ø 5/8"		Ø 3/8" 1 @ 0.05 m, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25 m. A.E.
VP-102 VP-202	08 Ø 5/8" 02 Ø 3/4"		Ø 3/8" 1 @ 0.05 m, 10 @ 0.10, Rto @ 0.25 m. A.E.
VCH-104 VCH-204	6 Ø 1/2"		Ø 3/8" 1 @ 0.05 m, Rto @ 0.15 m. A.E.
VS-103 VS-203	4 Ø 1/2"		Ø 3/8" 1 @ 0.05 m, Rto @ 0.15 m. A.E.

Figura 17: Cuadro de secciones de vigas presentes en la estructura analizada.  
FUENTE: Elaboración Propia.

## 4.2. Estudio de los materiales

La inspección visual y de campo nos permite recopilar información pertinente acerca del sistema estructural, en especial en lo referido a la calidad de los materiales usados en la construcción de la edificación.



Figura 18: Imagen lateral de primer y segundo piso.  
FUENTE: Elaboración Propia.

La inspección visual de los componentes estructurales nos hace pensar que la rigidez lateral proporcionada por el sistema de columnas, tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal resultaran insuficientes frente a las demandas de rigidez, resistencia y capacidad de deformación lateral, requeridas por los niveles de peligro sísmico de la norma peruana E-030.



Figura 19: Imagen de muestras de concreto - ensayo de Diamantina.  
FUENTE: Elaboración Propia.

Finalmente, para conocer las características de los materiales que componen esta estructura, se realizaron pruebas en testigos diamantinos extraídos y esclerometría de las columnas y vigas existentes. Los resultados obtenidos de la realización de tal conjunto de ensayos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión uniaxial en testigos diamantinos.

Muestra N°	Elemento	Nivel	Diametro (in)	Resistencia obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Columna	1	3	172
2	Columna	1	3	140
3	Columna	2	3	120
4	Columna	2	3	140
5	Viga	1	3	190
6	Viga	1	3	210
7	Viga	2	3	190
8	Viga	2	3	178
Promedio				170

FUENTE: Informe n° 67-2021-LABINGEOMAX.

Como se puede ver de la tabla anterior, los resultados han tenido un nivel de variabilidad considerable, siendo 120 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión mínima obtenida y 210 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia a la compresión máxima obtenida de los ensayos. Además, se ha podido ver que la resistencia media a la compresión fue de 170 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3. Análisis probabilístico de los resultados obtenidos

Una vez determinados los valores puntuales y los estadísticos de tendencia central y de dispersión, conviene realizar un análisis de confiabilidad de las resistencias encontradas durante el análisis. Para esto, se ha hecho uso de la distribución normal de probabilidades.

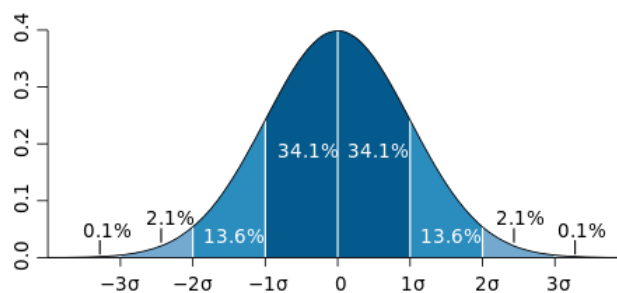


Figura 20: Distribución de probabilidades y regiones de máxima probabilidad.

FUENTE: Nawy (2018).

Tabla 2: Resultados del análisis de confiabilidad para el concreto de las vigas y las columnas.

Elemento	X [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$x-\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$x-2\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$x-3\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Columna	127	15	112	97.5	82.5
Viga	189	15	175	160	145

FUENTE: Elaboración Propia.

De acuerdo con la distribución de probabilidades considerada en este trabajo de investigación, considerar el valor promedio como la resistencia a la compresión, provocaría que el 50% de los datos quede por debajo, lo que conllevaría a diseños y evaluaciones poco conservadoras. Por otro lado, considerar el promedio menos una desviación estándar nos asegura una probabilidad del 15.8% de obtener un valor por debajo de este valor, un valor considerablemente menor al caso de la media aritmética. Si se considera el promedio menos dos desviaciones estándar, se tendrá que la probabilidad de obtener un valor por debajo de este es menos del 2.1%. Finalmente, si se considera el promedio menos tres desviaciones estándar, la probabilidad de encontrar una muestra por debajo de este valor es de 0.1%, prácticamente inexistente.

Un resumen de estos resultados para los casos de los concretos analizados en el caso de vigas y columnas se indica en la tabla 2. Como se puede observar de este resultado, hay una probabilidad del 85% que la resistencia a la compresión sea 98 kg/cm<sup>2</sup>, para el caso de las columnas, mientras que, en el caso de las vigas, existe una probabilidad del 85% de que su resistencia a la compresión sea de 160 kg/cm<sup>2</sup>, es importante anotar que, en la práctica de la ingeniería peruana, usualmente, se omiten análisis probabilísticos del tipo considerado en este trabajo de investigación, sino que más bien se anota el valor promedio o el menor de los resultados obtenidos como medida de la resistencia a la compresión. En este trabajo se usará la medida que garantice una probabilidad de no más del 15% de ser excedido en cualquier medición.

#### 4.4. Propiedades de los materiales

A modo de resumen, a continuación, se muestra un resumen de las características de los materiales obtenidos a través de los ensayos.

Tabla 3: Propiedad de los materiales.

PROPIEDAD DE LOS MATERIALES	
Resistencia a la compresión de concreto: $f'_c =$	170 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto: $E_c =$	195576 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto: $\gamma =$	2400 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de Poisson: $\nu =$	0.15
Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y =$	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero: $E_s =$	2000000 kg/cm <sup>2</sup>

FUENTE: Elaboración Propia.

#### 4.5. Estudio de la respuesta sísmica de la edificación analizada

**Objetivo 01:** Determinar las deficiencias estructurales presentes en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021.

Una vez determinado los materiales presentes en la estructura conviene definir las medidas típicas de los elementos estructurales, en el caso analizado las columnas fueron típicas de sección 35x50 cm, además se tienen vigas peraltadas de sección 35x70 cm, 25x45 cm y las vigas chatas de 40x20 cm.

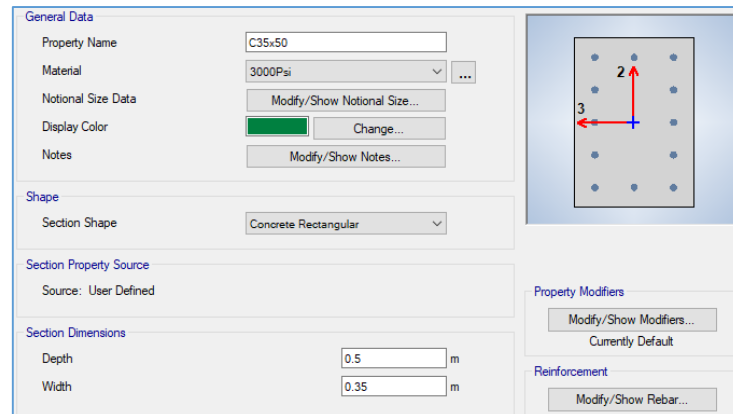


Figura 21: Sección transversal de columna típica.

FUENTE: Elaboración Propia.

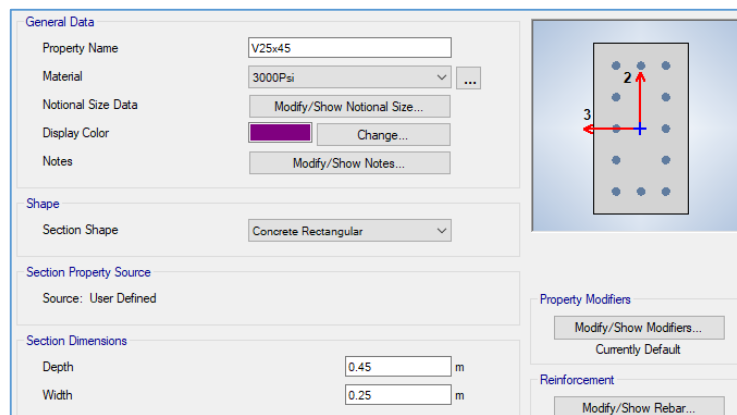


Figura 22: Sección transversal de columna típica.

FUENTE: Elaboración Propia.

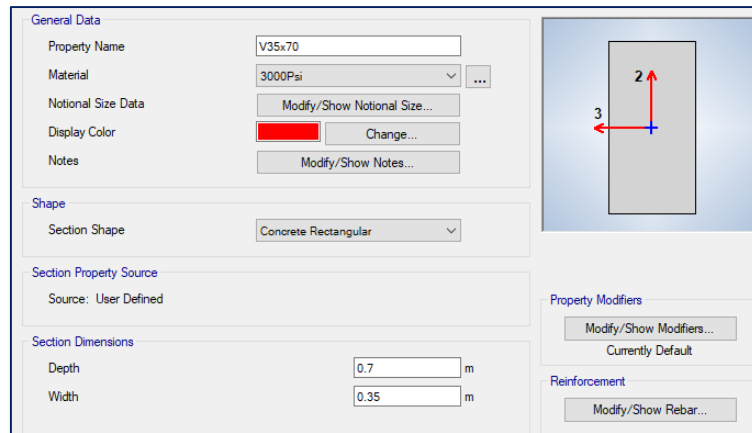


Figura 23: Sección transversal de viga típica.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

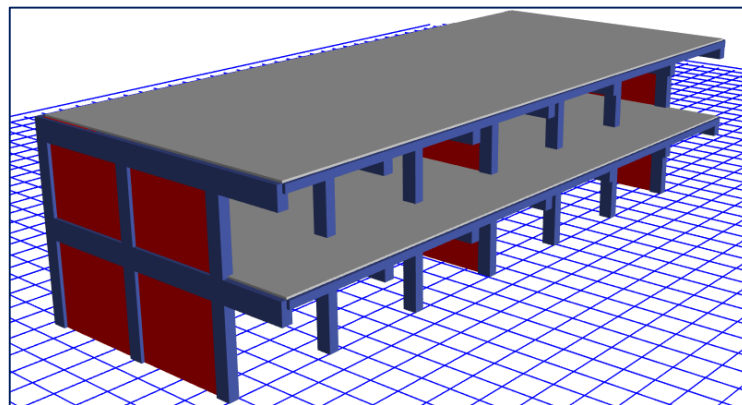


Figura 24: Modelo estructural de la edificación analizada en Etabs.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

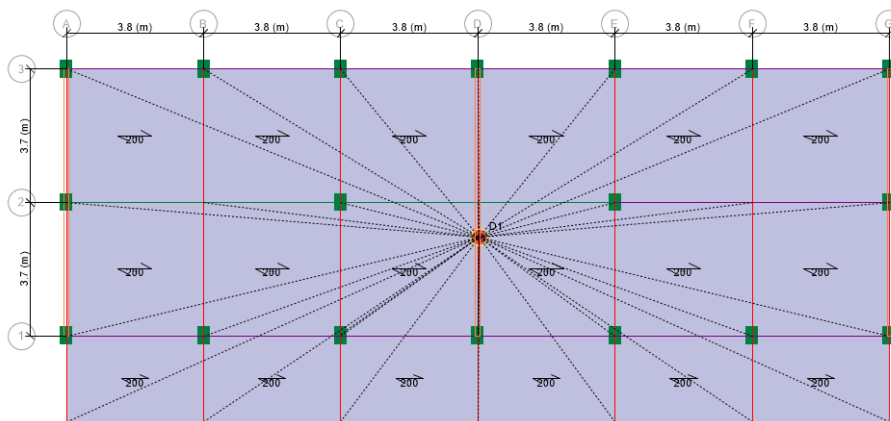


Figura 25: Cargas muertas y vivas actuando en el primer nivel.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.



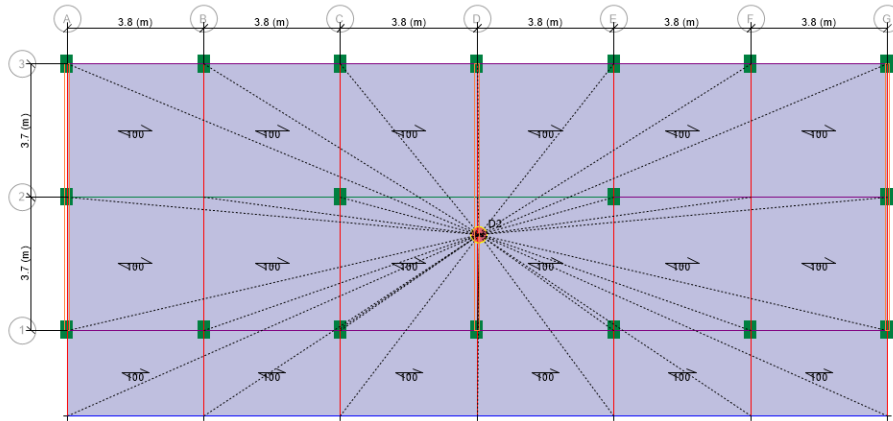


Figura 26: Cargas muertas y vivas actuando en el segundo nivel.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

#### 4.6. Análisis dinámico modal

Es una técnica numérica orientada a la determinación de los auto valores del sistema característico asociada a las ecuaciones diferenciales del movimiento, en un sentido físico los valores representan los periodos asociados a las formas de vibración de la estructura.

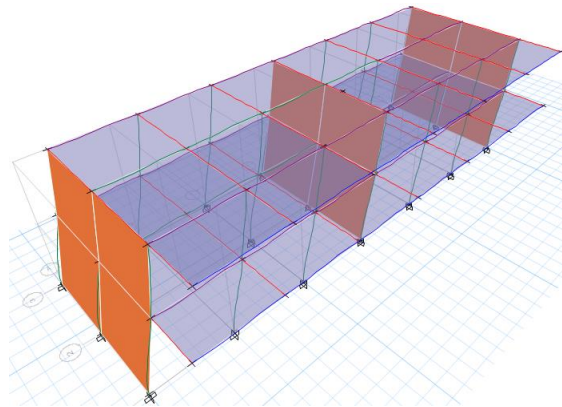


Figura 27: Primera forma fundamental de la estructura.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

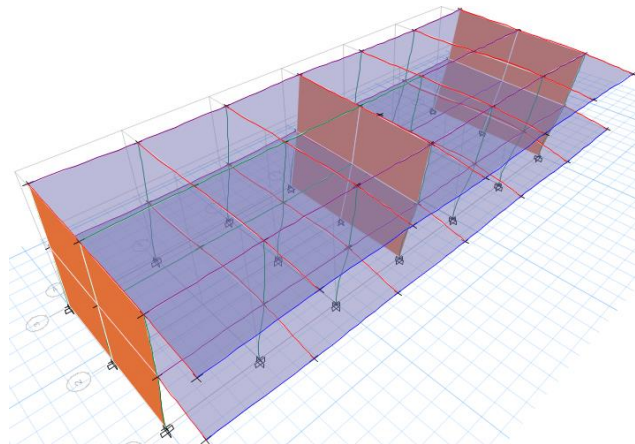


Figura 28: Segunda forma fundamental de la estructura.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

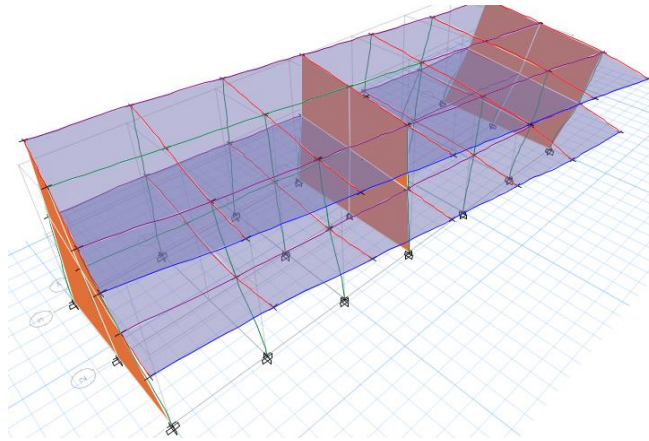


Figura 29: Tercera forma fundamental de la estructura.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency rad/sec	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.335	3.0	18.7	351.3
Modal	2	0.125	8.0	50.3	2533.0
Modal	3	0.109	9.2	57.7	3326.5
Modal	4	0.102	9.8	61.6	3799.3
Modal	5	0.088	11.3	71.1	5048.1
Modal	6	0.083	12.0	75.6	5721.6
Modal	7	0.077	13.0	81.7	6681.8
Modal	8	0.073	13.8	86.4	7471.5
Modal	9	0.071	14.2	89.1	7935.4
Modal	10	0.069	14.5	91.2	8320.1
Modal	11	0.066	15.2	95.3	9077.6
Modal	12	0.065	15.4	96.8	9360.7
Modal	13	0.063	15.8	99.3	9866.5
Modal	14	0.062	16.2	101.6	10326.8
Modal	15	0.061	16.4	103.3	10669.2
Modal	16	0.06	16.7	104.6	10943.9
Modal	17	0.058	17.3	108.7	11826.3
Modal	18	0.057	17.5	109.8	12066.3
Modal	19	0.048	20.8	130.7	17082.3
Modal	20	0.048	20.8	130.8	17118.1
Modal	21	0.046	21.6	135.7	18401.4
Modal	22	0.046	21.6	135.7	18427.2
Modal	23	0.042	24.0	151.0	22813.6
Modal	24	0.039	25.5	160.0	25605.4
Modal	25	0.037	26.7	168.0	28214.1
Modal	26	0.029	35.1	220.4	48576.2
Modal	27	0.028	35.2	221.2	48915.5
Modal	28	0.025	39.4	247.7	61339.4
Modal	29	0.025	39.5	248.4	61707.7
Modal	30	0.025	40.2	252.5	63770.0

Figura 30: Periodo de vibración de la estructura, en ambas direcciones.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
1	0.335	94%	0%	94%	0%	0%	0%
2	0.125	0%	93%	94%	93%	0%	0%
3	0.109	0%	0%	94%	93%	93%	93%
4	0.102	6%	0%	100%	93%	0%	93%
5	0.088	0%	0%	100%	93%	0%	93%
6	0.083	0%	0%	100%	93%	0%	93%
7	0.077	0%	0%	100%	93%	0%	93%
8	0.073	0%	0%	100%	93%	0%	93%
9	0.071	0%	0%	100%	93%	0%	93%
10	0.069	0%	1%	100%	94%	0%	93%
11	0.066	0%	0%	100%	94%	0%	93%
12	0.065	0%	0%	100%	95%	0%	94%
13	0.063	0%	0%	100%	95%	0%	94%
14	0.062	0%	0%	100%	95%	0%	94%
15	0.061	0%	0%	100%	95%	0%	94%
16	0.06	0%	0%	100%	95%	0%	94%
17	0.058	0%	0%	100%	95%	0%	94%
18	0.057	0%	0%	100%	95%	0%	94%
19	0.048	0%	1%	100%	97%	0%	94%
20	0.048	0%	0%	100%	97%	2%	96%
21	0.046	0%	0%	100%	97%	0%	96%
22	0.046	0%	0%	100%	97%	0%	96%
23	0.042	0%	3%	100%	100%	0%	96%
24	0.039	0%	0%	100%	100%	0%	96%
25	0.037	0%	0%	100%	100%	4%	100%
26	0.029	0%	0%	100%	100%	0%	100%
27	0.028	0%	0%	100%	100%	0%	100%
28	0.025	0%	0%	100%	100%	0%	100%
29	0.025	0%	0%	100%	100%	0%	100%
30	0.025	0%	0%	100%	100%	0%	100%

Figura 31: Periodo de vibración de la estructura, en ambas direcciones.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

#### 4.7. Definición de la demanda sísmica

La demanda sísmica es una cuantificación de los efectos de un sismo sobre determinado lugar de la corteza terrestre. En la actualidad existen especialmente dos maneras de cuantificar la demanda sísmica, mediante el uso de espectros de aceleraciones y mediante el uso de registros de aceleraciones.

Tabla 4: Parametros sísmicos.

<b>Z=</b>	0.35	Factor de zona
<b>S=</b>	1.00	Factor de suelo
<b>Tp=</b>	0.40	Periodo corto
<b>Tl=</b>	2.50	Periodo largo
<b>U=</b>	1.50	Factor de uso
<b>Ro=</b>	8.00	Factor de reducción básico
<b>Ia=</b>	1.00	Irregularidad en altura
<b>Ip=</b>	1.00	Irregularidad en planta
<b>R=</b>	8.00	Factor de reducción R=Ro.Ia.Ib

**FUENTE:** Elaboración Propia.

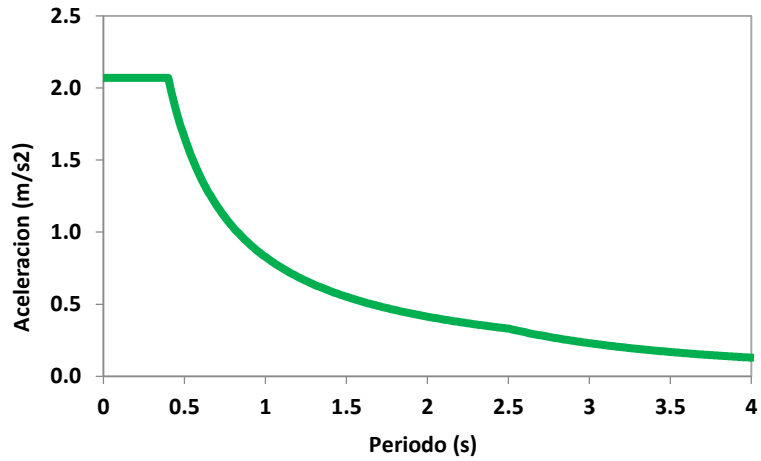


Figura 32: Espectro de aceleraciones característico de la edificación analizada y del lugar de emplazamiento.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Tabla 5: Parametros sísmicos.

<b>Z</b>	0.35	Factor de zona
<b>S</b>	1.00	Factor de suelo
<b>Tp</b>	0.40	Periodo corto
<b>Tl</b>	2.50	Periodo largo
<b>U</b>	1.50	Factor de uso
<b>Ro</b>	3.00	Factor de reducción básico
<b>la</b>	1.00	Irregularidad en altura
<b>lp</b>	1.00	Irregularidad en planta
<b>R</b>	3.00	R=Ro.la.lb

**FUENTE:** Elaboración Propia.

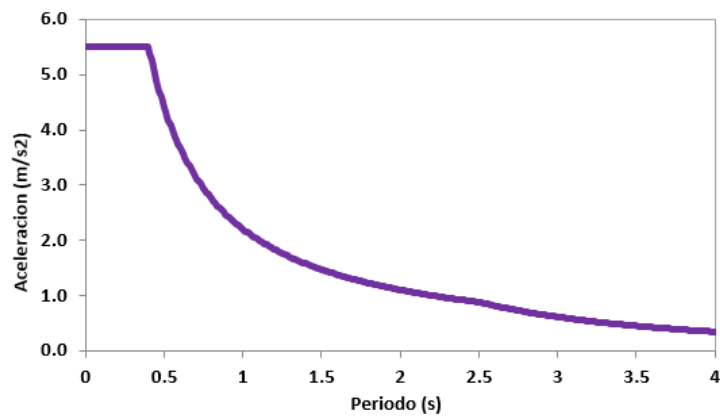


Figura 33: Espectro de aceleraciones característico de la edificación analizada y del lugar de emplazamiento.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

## 4.8. Respuesta sísmica

La respuesta sísmica es un conjunto de parámetros obtenidos de la estructura cuando este es sometido a algún tipo de demanda sísmica. En este trabajo de investigación se han considerado tres tipos, máximos desplazamientos laterales, máximas distorsiones laterales y máximas fuerzas cortantes.

### 4.8.1. Máximos desplazamientos del centro de masa

Los máximos desplazamientos del centro de masas de todos los pisos son un parámetro muy importante para el cálculo de las irregularidades de la estructura. Los máximos desplazamientos de los centros de masas de los entrepisos considerados se detallan a continuación.

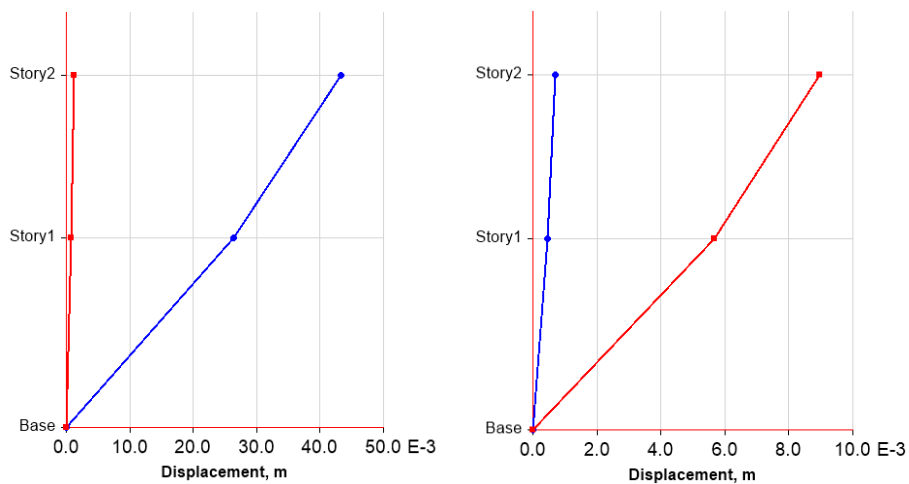


Figura 34: Máximas desplazamientos de los centros de masas de entrepiso debido a los sismos X e Y.  
FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 6: Máximos desplazamientos laterales del centro de masa debido al sismos en X e Y.

Nivel	Elevation (m)	Sismo X		Sismo Y	
		UX-Dir (m)	UY-Dir (m)	UX-Dir m)	UY-Dir m)
Story2	6.5	0.043	0.001	0.001	0.009
Story1	3.5	0.026	0.001	0.00045	0.006
Base	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia.

### 4.8.2. Máximas distorsiones de entrepiso

Las máximas distorsiones de entrepiso son magnitudes que miden las deformaciones de entrepiso obtenidos a partir de los máximos desplazamientos laterales. En el caso analizado se puede observar que los máximos valores de distorsiones laterales tuvieron valores de 0.0075 en la dirección X, y en la dirección Y de 0.0016.

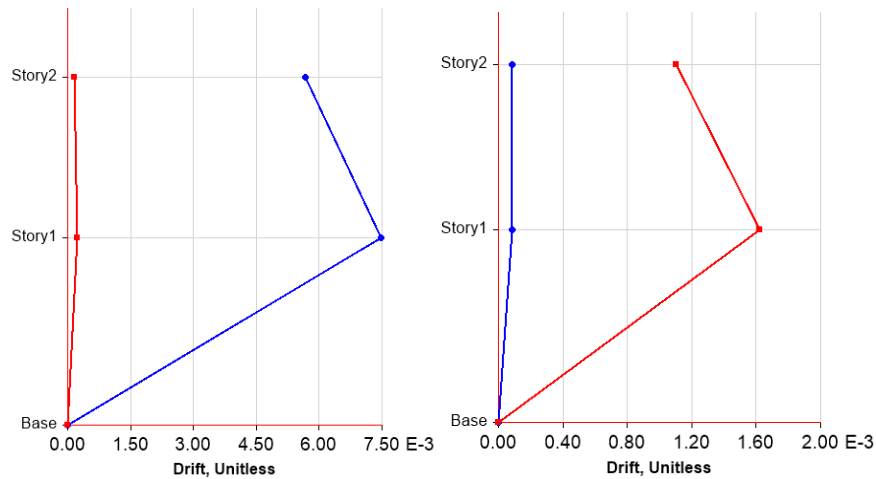


Figura 35: Máximas distorsiones de entrepiso debido a los sismos X e Y.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Tabla 7: Máximas distorsiones de entrepiso debido a los sismos X e Y.

Story	Elevation (m)	Sismo X		Sismo y	
		UX-Dir (m)	UY-Dir (m)	UX-Dir (m)	UY-Dir (m)
Story2	6.5	0.0057	0.0002	9E-05	0.0011
Story1	3.5	0.0075	0.0002	9E-05	0.0016
Base	0	0	0	0	0

**FUENTE:** Elaboración Propia.

### 4.8.3. Máximas Fuerzas cortantes

Las fuerzas de corte en una estructura son una consecuencia de las fuerzas de inercia inducidas por la acción de un sismo. Es un parámetro importante dentro del análisis, pues además de permitirnos saber las fuerzas cortantes actuantes sobre cada uno de los elementos verticales resistentes, nos permite tener una idea de las fuerzas cortantes esperadas durante el evento sísmico considerado.

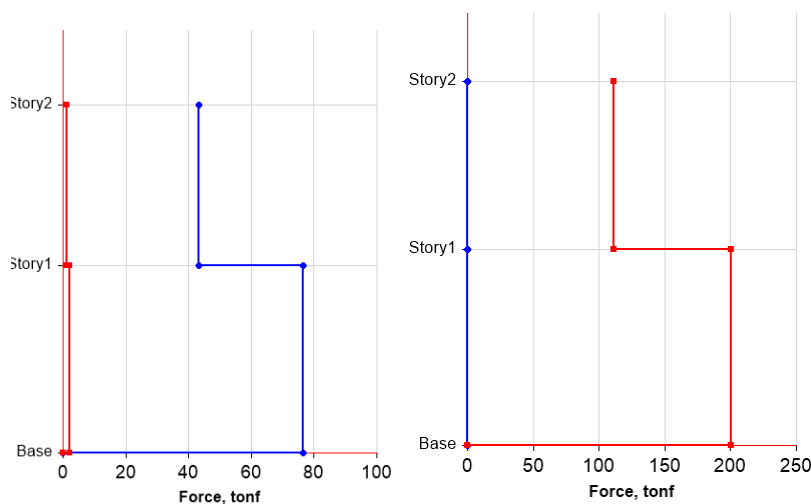


Figura 36: Máximas fuerza cortantes debido a los sismos X e Y.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Tabla 8: Máximas fuerza cortantes debido a los sismos X e Y.

Story	Elevation (m)	Location	Sismo X		Sismo Y	
			X-Dir (ton f)	Y-Dir (ton f)	X-Dir (ton f)	Y-Dir (ton f)
Story2	6.5	Top	43.252	1.3459	0.0459	110.99
		Bottom	43.252	1.3459	0.0459	110.99
Story1	3.5	Top	76.408	1.9996	0.0624	200.51
		Bottom	76.408	1.9996	0.0624	200.51

FUENTE: Elaboración Propia.

### Objetivo 02

Establecer las características mecánicas de los dispositivos de reforzamiento del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021.

### Objetivo 03

Determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 reforzada con arriostres concéntricos.

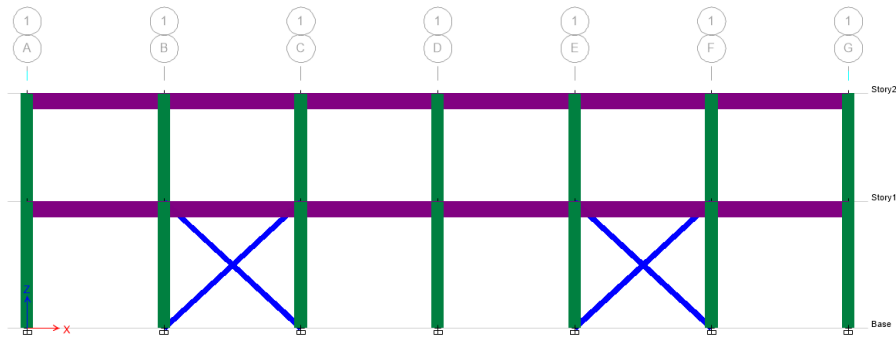


Figura 37: Esquema de reforzamiento incremental propuesto, eje 1.

FUENTE: Elaboración Propia.

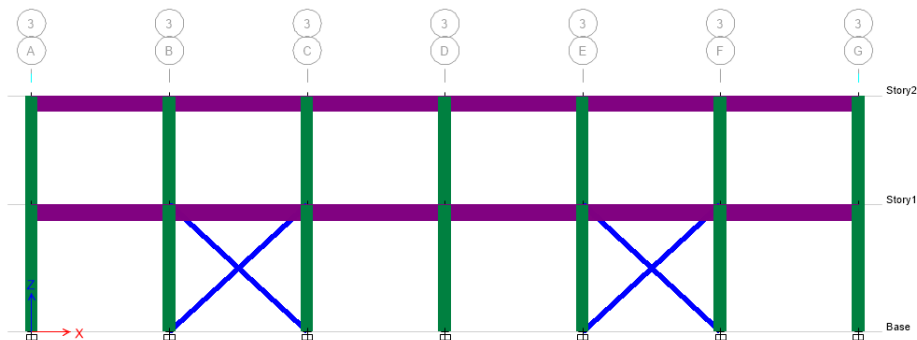


Figura 38: Esquema de reforzamiento incremental propuesto, eje 3.

FUENTE: Elaboración Propia.

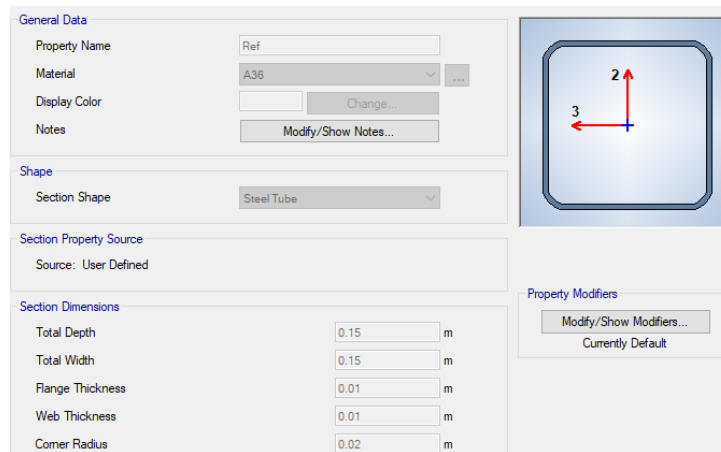


Figura 39: Sección de perfil elegida para la primera iteración.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Item	Value
Area, mm <sup>2</sup>	2743.52
AS2, mm <sup>2</sup>	1467.287
AS3, mm <sup>2</sup>	1474.369
I33, mm <sup>4</sup>	9288218.243
I22, mm <sup>4</sup>	9288218.243
S33Pos, m <sup>3</sup>	0
S33Neg, m <sup>3</sup>	0
S22Pos, m <sup>3</sup>	0
S22Neg, m <sup>3</sup>	0
R33, m	0.06
R22, m	0.06
Z33, m <sup>3</sup>	0
Z22, m <sup>3</sup>	0
J, mm <sup>4</sup>	15243125
Fillet Radius, m	0.02
CG Offset 3 Dir, m	0
CG Offset 2 Dir, m	0
PNA Offset 3 Dir, m	0
PNA Offset 2 Dir, m	0

Figura 40: Propiedades de área de la primera iteración.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

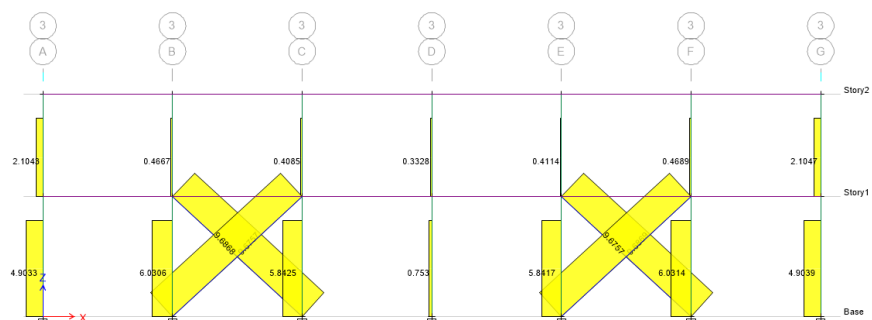


Figura 41: Máximas fuerzas cortantes encontradas en el sistema de arriostramiento.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.



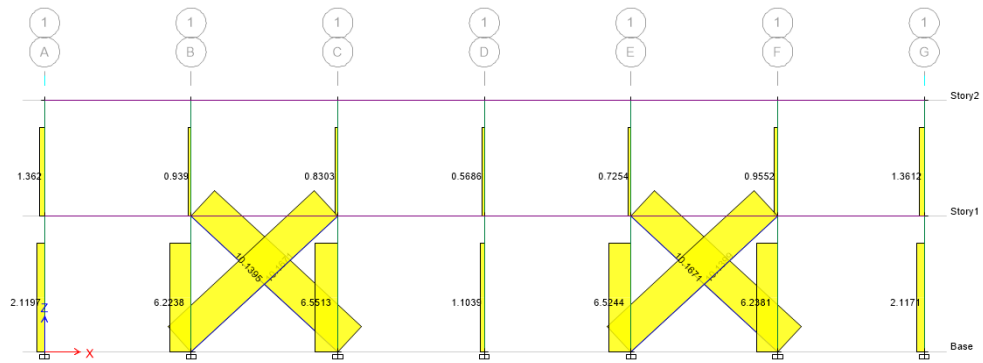


Figura 42: Máximas fuerzas cortantes encontradas en el sistema de arriostramiento.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

$$F_y := 36 \cdot \text{ksi} = (2.79 \cdot 10^4) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \quad E := 29000 \cdot \text{ksi} = (2.039 \cdot 10^6) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A_o := 2743.52 \cdot \text{mm}^2 = 27.435 \text{ cm}^2 \quad L_o := 5.1 \cdot \text{m}$$

$$I_3 := 9288218.243 \cdot \text{mm}^4 = (9.288 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$I_2 := 9288218.243 \cdot \text{mm}^4 = (9.288 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$F_t := F_y \cdot A_o = 76.544 \text{ tonf}$$

$$F_{cr} := \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_3}{L_o^2} = 79.212 \text{ tonf}$$

$$f_y := 4200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_{co} := 210 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad A_s := 3.81 \cdot \text{cm}^2$$

$$h := 45 \cdot \text{cm} \quad b := 25 \cdot \text{cm} \quad r_o := 6 \cdot \text{cm} \quad d := h - r_o = 0.39 \text{ m}$$

$$a := \frac{f_y \cdot A_s}{0.85 \cdot f_{co} \cdot b} = 3.586 \text{ cm} \quad M_n := f_y \cdot A_s \cdot \left( d - \frac{1}{2} \cdot a \right) = 6.563 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

La fuerza axial máxima que el arrioste deberá ser capaz de transmitir será:

$$F_{max} = \left( \frac{M_n}{M_a} \right) * F_A$$

$$F_{max} = \left( \frac{6.563}{2.3} \right) * 10.5 = 30t$$

Considerando un esfuerzo de fluencia  $f_y=36$  ksi el área de acero de la sección transversal será de:

$$A_s = 1075.3 \text{ mm}^2$$

General Data

Property Name: Ref

Material: A36

Display Color: [Blue]

Notes: [Modify/Show Notes...]

Shape

Section Shape: Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth: 90 mm

Total Width: 90 mm

Flange Thickness: 3 mm

Web Thickness: 3 mm

Corner Radius: 10 mm

Property Modifiers

[Modify/Show Modifiers...]

Currently Default

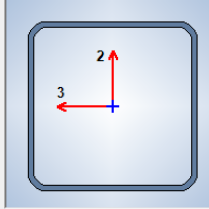


Figura 43: Sección transversal final del arriostre concéntrico elegido.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Item	Value
Area, mm <sup>2</sup>	998.397
AS2, mm <sup>2</sup>	527.367
AS3, mm <sup>2</sup>	529.676
I33, mm <sup>4</sup>	1226705.206
I22, mm <sup>4</sup>	1226705.206
S33Pos, m <sup>3</sup>	0
S33Neg, m <sup>3</sup>	0
S22Pos, m <sup>3</sup>	0
S22Neg, m <sup>3</sup>	0
R33, mm	35.05
R22, mm	35.05
Z33, m <sup>3</sup>	0
Z22, m <sup>3</sup>	0
J, mm <sup>4</sup>	1975509
Fillet Radius, mm	10
CG Offset 3 Dir, mm	0
CG Offset 2 Dir, mm	0
PNA Offset 3 Dir, mm	0
PNA Offset 2 Dir, mm	0

Figura 44: Propiedades de área de la sección elegida.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

$$F_y := 36 \cdot \text{ksi} = (2.79 \cdot 10^4) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \quad E := 29000 \cdot \text{ksi} = (2.039 \cdot 10^6) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A_o := 998.4 \cdot \text{mm}^2 = 9.984 \text{ cm}^2 \quad L_o := 5.1 \cdot \text{m}$$

$$I_3 := 1226075.2 \cdot \text{mm}^4 = (1.226 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$I_2 := 1226075.2 \cdot \text{mm}^4 = (1.226 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$F_t := F_y \cdot A_o = 27.855 \text{ tonf}$$

$$F_{cr} := \pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_3}{L_o^2} = 10.456 \text{ tonf}$$

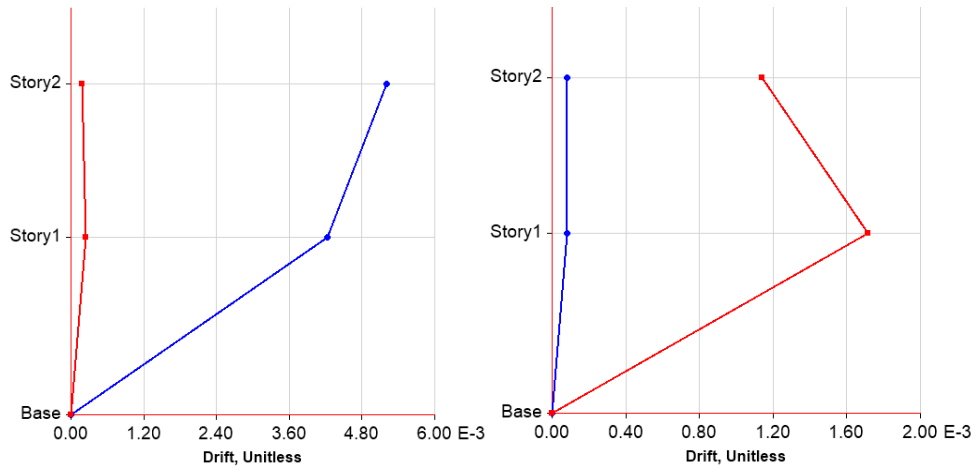


Figura 45: Máximas distorsiones laterales en el esquema de reforzamiento incremental.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

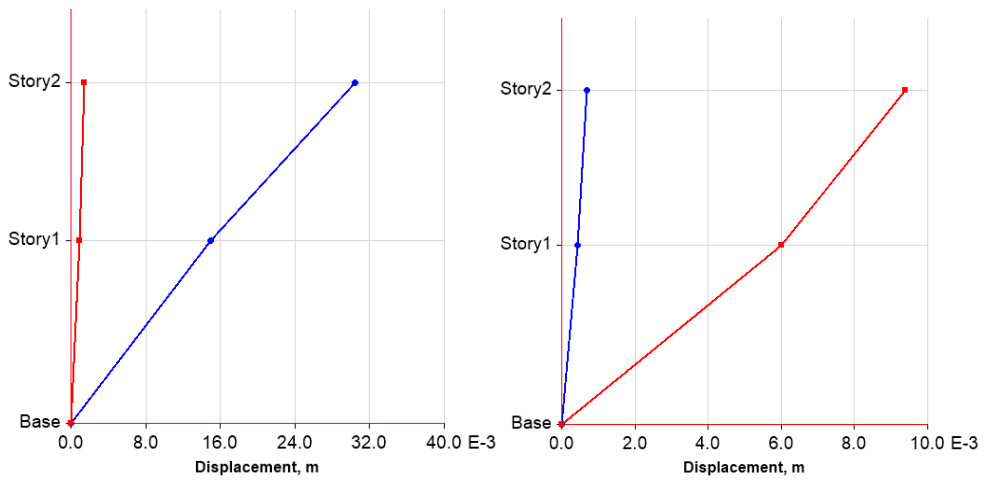


Figura 46: Máximos desplazamientos laterales en el esquema de reforzamiento incremental.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

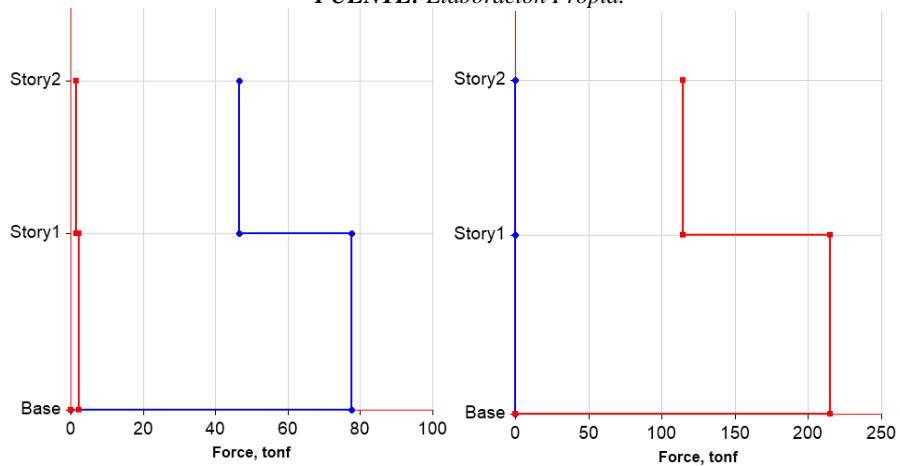


Figura 47: Máximas cortantes en el esquema de reforzamiento incremental.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

### Objetivo 04

Determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 reforzada con refuerzo incremental.

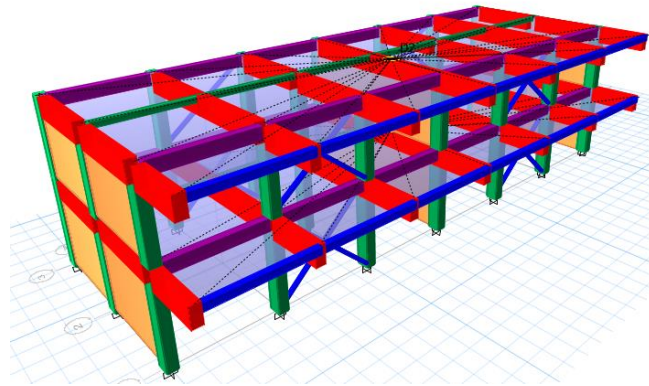


Figura 48: Modelo estructural considerando arriostramiento concéntrico.  
FUENTE: Elaboración Propia.

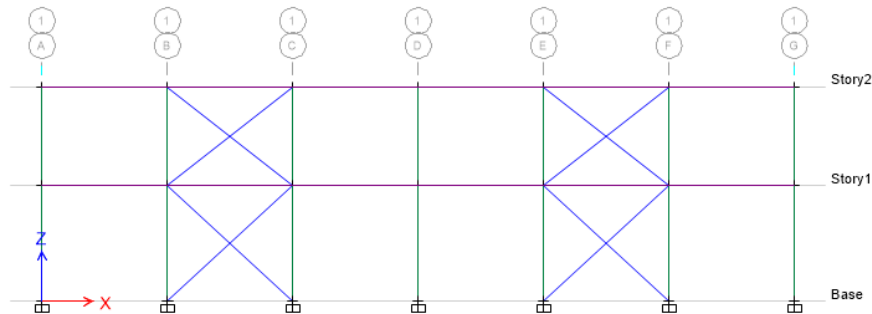


Figura 49: Esquema de reforzamiento basado en arriostres concéntricos.  
FUENTE: Elaboración Propia.

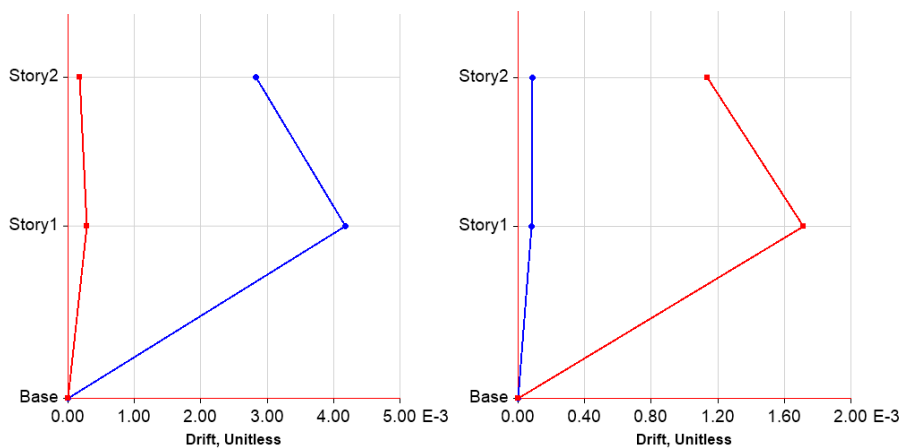


Figura 50: Máximas distorsiones en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntricos.  
FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla 9: Máximas distorsiones debidas al sismo en dirección X e Y.

Story	Elevation (m)	Location	Sismo X		Sismo Y	
			UX-Dir (m)	UY-Dir (m)	UX-Dir(m)	UY-ir(m)
Story2	6.5	Top	0.0028	0.0002	8E-05	0.0011
Story1	3.5	Top	0.0042	0.0003	8E-05	0.0017

FUENTE: Elaboración Propia.

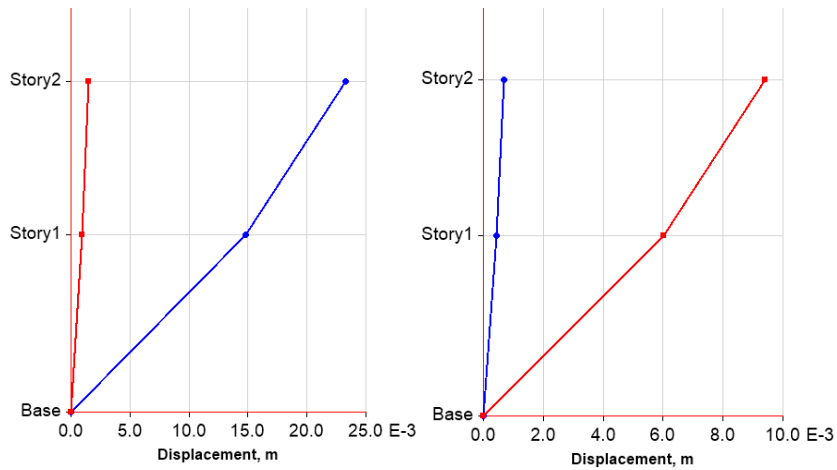


Figura 51: Desplazamientos laterales en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntrico.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Tabla 10: Máximas desplazamientos laterales debidas al sismo en dirección X e Y.

Story	Elevation (m)	Sismo X		Sismo Y	
		UX-Dir (m)	UY-Dir (m)	UX-Dir (m)	UY-Dir (m)
Story2	6.5	0.023	0.002	0.001	0.009
Story1	3.5	0.015	0.001	0.00044	0.006

**FUENTE:** Elaboración Propia.

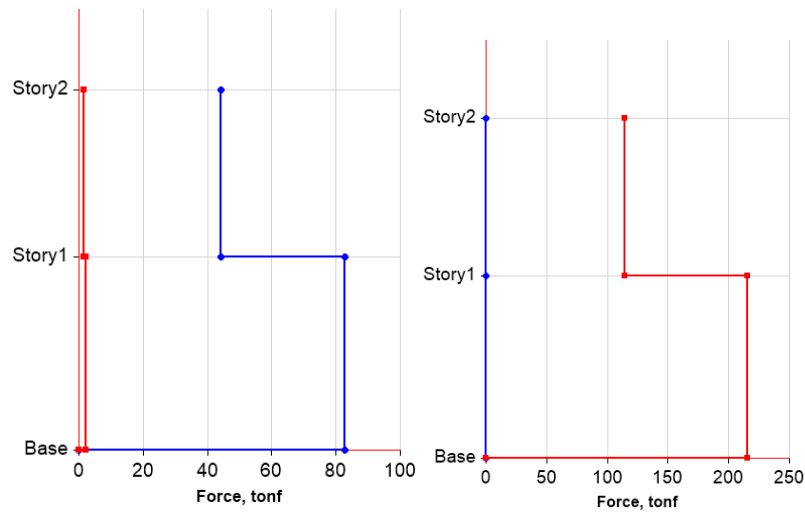


Figura 52: Fuerzas cortantes en el esquema de reforzamiento por arriostre concéntrico.  
**FUENTE:** Elaboración Propia.

Tabla 11: Máximas fuerzas cortantes debidas al sismo en dirección X e Y.

Story	Elevation (m)	Location	Sismo X		Sismo Y	
			UX-Dir (tonf)	UY-Dir(tonf)	UX-ir(tonf)	UY-ir(tonf)
Story2	6.5	Top	44.251	1.465	0.2555	114.29
		Bottom	44.251	1.465	0.2555	114.29
Story1	3.5	Top	82.776	2.2516	0.1107	215.22
		Bottom	82.776	2.2516	0.1107	215.22

**FUENTE:** Elaboración Propia.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados muestran que la estructura analizada tuvo distorsiones laterales superiores a los 7/1000 por lo que de acuerdo con la norma peruana de diseño sísmico la estructura analizada presentará serias deficiencias estructurales en su configuración, en especial durante la acción de un sismo de gran magnitud. Estos criterios están a la par con lo indicado por autores como Ahed (2020) y Shuang (2019), quienes concuerdan con decir que el hecho de que los niveles de distorsión lateral excesivos están asociados a serios niveles de daño estructural durante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

En este punto es importante hacer notar que se han seguido los lineamientos dados por la norma peruana de diseño sísmico, cuando dice que el análisis empleado será un análisis modal espectral con sección brutas y los niveles de peligro considerados en la norma peruana.

Es importante tener en cuenta que cuando se dice, secciones brutas, se está refiriendo a que los cálculos de las inercias de las secciones transversales se hacen considerando el 100% de las mismas. Esto no es recomendable en general, pues se ha observado, tanto de forma analítica como experimental, que las secciones de concreto armado tienden a fisurarse a muy bajos niveles de momentos flectores, por lo que la consideración de las inercias brutas no es realista. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la norma peruana establece un límite de distorsión lateral bastante bajo, de 7/1000, con secciones brutas; mientras que otras normativas como la del ACI318 establecen distorsiones laterales máximas de hasta 15/1000, con secciones fisuradas.

Además, la inspección visual y el estudio de los planos de arquitectura, como de estructuras, muestran que se tienen vigas y columnas con secciones transversales esbeltas para el caso de sistemas estructurales basados en pórticos. Además, se debe tener presente que estas estructuras datan de los años 1970, por lo que fueron concebidas y estructuradas sin tener en cuenta con los criterios dados en la más reciente actualización de la norma peruana de diseño sísmico, que data del año 2018. Este es otro indicador claro de que tal estructura posee serias deficiencias en su concepción. Finalmente, otro punto a tener en cuenta es que los niveles de peligro sísmico considerados en la actual normativa se han elevado considerablemente con respecto de los años setenta.

El reforzamiento de la estructura analizada mediante el método del reforzamiento incremental supone proponer una técnica de reforzamiento que pueda ser implementada en etapas, mismas que usualmente se dan en periodos de tiempo muy distantes unas de otras. El reforzamiento propuesto no es exclusivo de un tipo u otro, podría tratarse de un encamisado, realizado en etapas sucesivas, o de un reforzamiento basado en arriostres concéntricos como es el caso del presente trabajo de investigación. De acuerdo con Loa Canales (2017) el reforzamiento incremental deberá hacerse en etapas, garantizando que en cada etapa el reforzamiento propuesto nos acerca más al desempeño deseado.

Los resultados del análisis planteado han arrojado que un reforzamiento incremental basado en dos etapas es lo más recomendado para esta estructura. El primer reforzamiento deberá hacerse en todo un nivel. Estas son las recomendaciones por el Federal Emergency Management Agency (FEMA) de los estados unidos de Norteamérica. Asimismo, autores como Rojas Nicho (2019) y Rojas Ruiz (2018) proponen que los reforzamientos incrementales indicados para instituciones educativas deberán ser realizados por niveles, de tal forma que garanticen la continuidad de los servicios educativos en los niveles restantes.

De acuerdo con esto el reforzamiento incremental en su primera etapa garantiza niveles de distorsión máximas de hasta 5/1000, que a ser comparadas con las máximas distorsiones encontradas en la estructura si reforzamiento que fueron de 8.2/1000, reporta un decremento de hasta el 30% en este parámetro. En la segunda etapa de reforzamiento, que incluye el reforzamiento del segundo nivel, las máximas distorsiones alcanzadas fueron de 4/1000, lo que garantiza una reducción de distorsiones laterales de hasta un 50%. Ambas etapas de reforzamiento garantizaron distorsiones laterales menores al 7/1000 límite de la norma peruana de diseño sísmico.

En cuanto al reforzamiento con arriostres concéntricos se observó que este al ser implementado de manera directa provocó distorsiones máximas de hasta 4/1000, logrando reducciones de distorsiones laterales de hasta un 50%.

En cuanto a los perfiles de acero usados para el modelado del arriostre concéntrico se debe comentar y aclarar que estos fueron indicados en acero estructural de alta ductilidad, como lo es el acero A36. Este tipo de acero presenta un esfuerzo de fluencia de 36 ksi con una ductilidad muy superior al acero de

construcción grado 60, específicamente se tiene que la ductilidad del acero A36 es de 30, mientras que la ductilidad en un acero convencional está en el orden de las 20 unidades.

Es importante entender que el sistema de arriostramiento se coloca con el criterio de diseño basado en daño concentrado. De acuerdo con este enfoque, cuando los niveles de desempeño elástico son superados debido a una elevada demanda sísmica, el daño esperado en la estructura no deberá ubicarse en cualquier elemento estructural, sino en los elementos estructurales designados de manera expreso para esa condición, tales elementos son comúnmente denominados elementos estructurales fusibles.

De acuerdo con esto, se colocan una serie de elementos estructurales adicionales capaces de absorber o atraer grandes cantidades de daño a estos, librando o aligerando de responsabilidad sísmica a los elementos estructurales críticos. De acuerdo con Aguiar Falconi (2016) los elementos estructurales críticos son aquellos cuya degradación de resistencia y rigidez podrían provocar el colapso de tal elemento de todo el sistema gravitacional, provocando un colapso de toda la estructura. Un ejemplo claro de este tipo de elementos estructurales son las columnas, pues su daño provocaría el colapso de todo el sistema restante.

Sin lugar a dudas, los arriostres concéntricos, pues estos deben diseñarse de tal forma que fallen antes de que los elementos estructurales críticos se dañen. Este criterio de diseño se puede observar en otros trabajos de investigación como los encontrados en los trabajos de Martínez Giron (2019).

Además, de acuerdo con Muñoz Pelaez (2017), el modo de falla característica de los arriostres concéntricos es el pandeo fuera del plano. El citado autor menciona con todo detalle el mecanismo de falla característico de este tipo de elementos.

“Cuando el elemento estructural es sometido a la acción de cargas axiales que exceden la carga crítica de pandeo o la carga Euler, ocurre el fenómeno de elasticidad local del arriostre concéntrico.”

De acuerdo con este criterio la sección transversal del arriostramiento concéntrico debe dimensionarse de tal forma que la carga crítica asociada no provoque daño en los elementos estructurales restantes. En este sentido se ha tomado en cuenta el criterio establecido en Muñoz Pelaez (2017) y Loa (2017), quienes recomiendan el uso de un análisis dinámico modal espectral con la



finalidad de estimar la distribución de cargas en los elementos estructurales, específicamente, en las columnas, vigas y sistema de arriostres concéntricos. Con base en este sistema, se establece la relación máxima que deberá existir entre la fuerza axial esperada en el arriostre y los elementos críticos. Una vez determinada la fuerza máxima se procede a dimensionar el área requerida de la sección transversal.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la carga crítica de pandeo, misma que depende del momento de inercia de la sección transversal frente a alguno de los ejes disponibles. En este sentido, y por simplicidad se ha elegido una sección doblemente simétrica, con la finalidad de tener los mismos niveles de carga crítica.

Como se puede observar, los criterios de dimensionamiento establecidos nos permiten establecer, tanto el área de la sección transversal como el momento de inercia de la misma. Finalmente, y recurriendo a las tablas de diseño disponibles en normativas como AASHTO LRFD u otras, se eligen el perfil adecuado, mismo que en este trabajo de investigación fue tubular (doblemente simétrica) de 9cm de lado y 3mm de espesor. El resultado obtenido está de acuerdo con resultados presentados por autores como Loa Canales (2017) y Rojas Nicho (2019).

## **VI. CONCLUSIONES**

Los resultados encontrados muestran que el uso del reforzamiento incremental y arriostres concéntricos lograron mejorar notablemente el comportamiento estructural de la estructura educativa analizada, logrando reducciones en los niveles de distorsiones laterales de hasta un 30% y 50%, respectivamente. Por lo que se concluye que los métodos de solución propuestos benefician el desempeño sísmico estructural de la institución educativa. En este mismo sentido se ha podido observar que el reforzamiento total basado en arriostres concéntricos fue superior al arriostreamiento incremental basado en el mismo sistema por lo que se recomienda un arriostreamiento concéntrico total.

De los resultados obtenidos del análisis estructural realizado en la estructura analizada, se ha podido concluir que la estructura del colegio Luzuriaga es deficiente ya que las máximas distorsiones laterales encontradas estaban en el orden de 8.2/1000, mismas que exceden ampliamente los márgenes establecidos por la norma peruana de diseño sismorresistente.

Los dispositivos de reforzamientos usados en este trabajo de investigación fueron perfiles de acero grado A36, es decir, acero de gran ductilidad con esfuerzos de fluencia que están en el orden de los 36 ksi.

La estructura reforzada con arriostreamientos concéntricos exhibió niveles de distorsiones laterales de hasta 4/1000, es decir, un 50% de las máximas distorsiones laterales de la estructura sin reforzamiento. Eso indica que la estructura tendrá un comportamiento sísmico bueno durante la ocurrencia de un sismo muy raro, de acuerdo con la norma peruana de diseño sísmico.

El reforzamiento incremental demostró resultar útil ya que en la primera etapa del reforzamiento se encontró que las máximas distorsiones laterales fueron del orden de 5.4/1000, mientras que, en la segunda etapa el reforzamiento logro niveles de distorsiones laterales de hasta 4/1000, lo que represento una reducción de hasta el 50% en los niveles de distorsiones.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se genera una serie de recomendaciones que estas designadas primordialmente a los futuros propietarios e investigadores que podrán tomar en consideración.
- Se recomienda evaluar sistemas de reforzamiento alternativos basados en aislamiento sísmico, ya que por sus características puede resultar útil para edificaciones escolares.
- Se recomienda e evaluar el impacto que tendría la construcción de un nivel adicional, tanto en los máximos niveles de distorsión lateral como en las fuerzas cortantes, y ver si los reforzamientos propuestos pueden ayudar a este hecho.
- Se recomienda los reforzamientos concéntricos en estructuras esenciales, tales como hospitales, escuelas, edificios de las fuerzas armadas, entre otros tipos.
- Se recomienda la evaluación estructural de las edificaciones con potencial de ser reforzadas mediante la aplicación de reforzamiento incremental y con reforzamientos concéntricos.
- Se recomienda el reforzamiento estructural en edificaciones antiguos existentes en otras instituciones públicas y privadas, con el reforzamiento incremental y arriostres concéntricos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguar Falconi, R. (24 de Marzo de 2016). *Anàlisis sísmico por desempeño*. Quito-Ecuador.
- Aguilar Iza, L. (14 de Agosto de 2016). *Evaluación estructural mediante el FEMA 154 del NEC y propuesta de reforzamiento de la institución Honrar la vida del D.M.Q.* Universidad Central del Ecuador, Quito - Ecuador.
- Ahed Habib, U., & Ozgur , O. (02 de Julio de 2020). Reparación y fortalecimiento de columnas con revestimiento RC: una breve revisión del estado de la técnica. *Springer Link*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-020-00329-4#citeas>
- Aroquipa, H. (2020). Evaluación de Alternativa de Reforzamiento Sísmico Incremental para Edificaciones en Terminos de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico.
- Belizario Pacompia, C. F. (2017). *Reforzamiento Estructural de una Edificación de Concreto Armado de dos Pisos con Fines de Ampliación*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bolaños Tauma, M. (2015). *Desempeño Sísmoresistente del edificio 4F de la Universidad nacional de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Chang-Hwan, L., Jinkyu , K., Do-Hyum, K., Jaeho, R., & Young, J. (2016). Numerical and experimental analysis of combined behavior of shear-type friction damper and non-uniform strip for multi-level seismic protection. *Engineering Structures*, 75-92.
- Chang-Hwan, L., Seuung-Hee, L., Do-hyum, K., Jintak, O., & Young, J. (2016). Hourglass-Shaped strip damper subject to monotonic and cyclic loadings. *Engineering Structures*, 122-134.
- Chavez Abad, R. (2015). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Ecuador: Editorial UTMACH.
- Cisneros Ayala, R. (25 de Agosto de 2017). Guía de Análisis y Diseño de Edificaciones con Etaps.
- Cristobal, C., & Hernando, T. (23 de Julio de 2016). Likely Areas Of Seismic Rupture In Western Border Peru, From The Variation Of The b Parameter. pág. 25.

- Diaz Figueroa, M. (24 de Diciembre de 2020). Estudio Experimental De Tres Tecnicas de Refuerzo de Edificios Escolares Tipicos en Perú. 25.
- Federal Emergency Management Agency. (2000). *prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of building, report N°. FEMA 356*. Washington.
- Federal Emergency Management Agency. (2003). *Incremental Seismic Rehabilitation of School Building: K-12 N° FEMA 395*. Washington.
- Hernández Sampieri, R., Fernnández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (Abril de 2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Editorial McGRAW - WILL S.A.
- INDECI, I. N. (2018). *Mapa de peligros de la ciudad de Huaraz*. Huaraz.
- Krimgold, F., Hattis, D., & Green , M. (2003). *Incremental Seismic Rehabilitation of School Building - FEMA 395*. California: Editorial Virginia.
- Loa Canales, G. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Loa, G., Muñoz, A., & Santa Cruz, S. (26 de Abril de 2017). Evaluación sísmica de técnicas de reacondicionamiento sísmico incremental para escuelas típicas peruanas. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1061/9780784480410.009>
- Maravi, R. (2018). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures - ASCE 7-16*. Estados Unidos: Published By American Society of Civil Engineers.
- Martinez Giron, D. R., & Sedano Taipe, G. (2019). *Análisis del Riesgo Sísmico y Propuesta de Reforzamiento de la Institución Educativa Aichi Nagoya en Ate, Lima, 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú, Perú.
- Maxwill Antonhy Morote Arias, .. (12 Febrero - 2021). *Informe n°67-2021-LABINGEOMAX Sobre Ensayos de Diamantina y Esclerometria en Concreto*. Ayacucho.
- Ministerio de Viivienda Construcccion y Saneamiento, .. (2006). *Norma Tecnica E.090 Estructuras metálicas del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Diariol el Peruano.
- Ministerio de Vivienda construcccion y saneamiento. (2006). *Norma Tècnica E-020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: El Peruano.

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, .. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Diario el Peruano.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, .. (2009). *Norma Técnica E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Perú: Diario Peruano.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (29 de julio de 2020). Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Municipalidad Provincial de Huaraz. (16 de Mayo de 2017). *Microzonificación sísmica de la ciudad de Huaraz*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/rubendariorandaleiva/microzonificacion-sismica-de-la-ciudad-de-huaraz>.
- Muñoz Pelaez, J. (2017). Evaluación sísmica de técnicas de reacondicionamiento sísmico incremental para escuelas típicas peruanas. *Asce- Sociedad Estadounidense de ingenieros Civiles*, 17.
- Ñaupas Paitan, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J., & Romero Delgado, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Colombia: ediciones de la U. Obtenido de [https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia\\_%C3%91aupas\\_5aEd.pdf](https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_%C3%91aupas_5aEd.pdf).
- Quaketek. (9 de Agosto de 2018). *Enfoque del Diseño Tradicional basado en el Daño Estructural*. Obtenido de <https://www.quaketek.com/es/>.
- Quroz Torres, L. (2017). *Aanálisis y Diseño de Estructuras con Etaps*. Lima - Perú: Editorial Macro.
- Rojas Nicho, J. (2019). *Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

- Rojas Ruiz, J., & Tito Apaza, S. (2018). *Diseño del reforzamiento estructural del pabellón C en la I.E. N°629-6034 Carbonell, San Juan de Miraflores, Lima, 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Sanchez, C. (05 de Febrero de 2020). *Guia Norma APA*. Obtenido de <https://normas-apa.org/referencias/citar-pagina-web/>.
- Santana Tapia, R. (2015). *Principios Basicos y Aplicaciones en la Ingñieria Antisismica*. Huancayo , Perú: Ediciones Tapia.
- Shuang, L., & And Jintao, Z. (13 de Diciembre de 2019). Reajuste las estructuras de marcos existentes para aumentar su economía y sostenibilidad en regiones de alto riesgo sísmico. *Applied Sciences*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/app9245486>
- Silva Vera, P. (Mayo - 2016). *Refuerzo Estructural con Fibra de Carbono*. Universidad San Francisco de Quito , Quito, Ecuador.
- Zavala, C. (26 de Febrero de 2021). Propuestas de Mejoramiento Estructural en Centros Educativos en Perú. 14.
- Zheng, J., & Wang, J. (2017). Concrete-Filled Steel Tube Arch Bridges in China. *Engineering*.

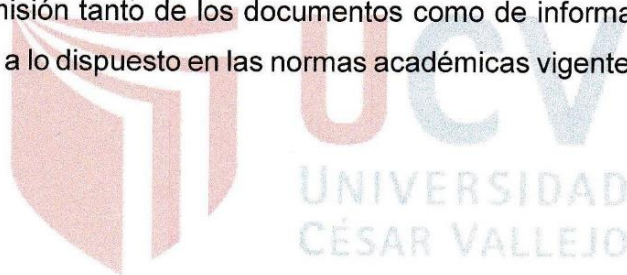
## ANEXOS

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTOR

Yo, **Kinder Jhonatan Gutiérrez Ayala** alumno de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad Cesar Vallejo **Filial Lima Norte**, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Tesis titulado **“Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021”**, son:

1. De mi autoría.
2. El presente Trabajo de Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.



Lima, 22 de marzo del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kinder Jhonatan Gutiérrez Ayala', is written over a horizontal dashed line.

Br. Gutiérrez Ayala Kinder Jhonatan  
DNI: 70168930

---



## DECLARACIÓN JURADA DEL ASESOR

Yo, **Mg. Ing. Rubén López Carranza**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, revisor del trabajo de investigación de la tesis titulada “**Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021**”, del estudiante **Kinder Jhonatan Gutiérrez Ayala**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turniting, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 22 de marzo del 2021



---

Mg. Ing. Rubén López Carranza  
DNI: 32965940

### Operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema de reforzamiento estructural	Dispositivos orientados a mejorar el sistema estructural (Muñoz Pelaez, 2017).	Dispositivos dotados de rigidez elástica, fuerza de fluencia, rigidez pos-fluencia.	Rigidez elástica  Fuerza de fluencia  Rigidez posfluencia	Rigidez elástica (t/m)  Fuerza de fluencia (t)  Rigidez posfluencia (t/m)	Intervalo
Respuesta sísmica	Forma como la estructura responde ante la acción de fuerzas laterales inducidas por la acción de un sismo (Muñoz Pelaez, 2017).	Forma en que la estructura responde en términos de desplazamientos, distorsiones y aceleraciones laterales.	Máximos desplazamientos laterales  Máximas distorsiones laterales  Máximas aceleraciones de entrepiso	Desplazamientos laterales (m)  Distorsiones laterales (m/m)  Aceleraciones de entrepiso (m/s <sup>2</sup> )	Intervalo

## Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMAS GENERALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué sistema de reforzamiento, incremental o con arriostres concéntricos, brinda el mejor desempeño sísmico en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021?</li> </ul> <p><b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué deficiencias estructurales presenta el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021?</li> <li>¿Cuáles son las características mecánicas de los arriostres concéntricos y del sistema de reforzamiento incremental en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021?</li> <li>¿Cuál es la respuesta sísmica en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 reforzada con los arriostres concéntricos?</li> <li>¿Cuál es la respuesta sísmica en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 con reforzamiento incremental?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS GENERALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr una respuesta sísmica adecuada para el bloque A del colegio Mariscal Luzuriaga de Huaraz, usando reforzamiento incremental y arriostres concéntricos.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las deficiencias estructurales presentes en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021.</li> <li>Establecer las características mecánicas de los dispositivos de reforzamiento del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021.</li> <li>Determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 reforzada con arriostres concéntricos.</li> <li>Determinar la respuesta sísmica del bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga Huaraz -2021 reforzada con refuerzo incremental.</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El uso del sistema incremental de reforzamiento permitirá tener un mejor desempeño sísmico de la estructura reforzada frente al reforzamiento con arriostres concéntricos en el bloque A del colegio emblemático Mariscal Luzuriaga de Huaraz.</li> </ul> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz -2021 fue construida en la década de los 70, por lo que se espera que tenga un comportamiento sísmico deficiente y proclive al colapso ante la ocurrencia de un sismo.</li> <li>Los dispositivos metálicos colocados en el bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz - 2021 poseen resistencias y ductilidades adecuadas para el fin que se persigue.</li> <li>El bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz -2021 reforzada con arriostres concéntricos presenta una respuesta sísmica adecuada y acorde con lo establecido en la norma E-030.</li> <li>El bloque A del colegio emblemático IE Mariscal Luzuriaga de Huaraz - 2021 reforzada con reforzamiento incremental presenta una respuesta sísmica adecuada y acorde con lo establecido en la norma E-030.</li> </ul>	<p>X= Sistema de reforzamiento estructural</p> <p>Esta variable tendrá tres valores dentro de la tesis, siendo estas, sin reforzamiento, con reforzamiento incremental, y con arriostamiento concéntrico.</p> <p>Y= Respuesta sísmica de la edificación.</p> <p>La variable propuesta será caracterizada mediante tres dimensiones, las que será, los máximos desplazamientos laterales, las máximas distorsiones laterales de entrepiso y las máximas aceleraciones.</p>	<p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Correlacional</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p><b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> Bloque A</p> <p><b>TECNICA DE ANÁLISIS DE DATOS:</b> Numérico</p> <p><b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</b> Wincha – Diamantina – esclerómetro – Excel.</p> <p><b>TÉCNICA DE RECOJO Y PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> Excel - Etaps - Word</p>

# FICHAS DE VALIDACIÓN

## Ficha de validación – 01

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	CARGO O INSTITUCION DONDE LABORA	NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTOR DEL INSTRUMENTO
CAPCHA MOLINA, EDEN ANGEL	DOCENTE DE INVESTIGACIÓN UNI	CUESTIONARIOS	GUTIERREZ AYALA, KINDER JHONATAN
<b>TÍTULO:</b>			
“Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021”			

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0 – 20%	REGULAR 21 – 40%	BUENA 41 – 60%	MUY BUENA 61 – 80%	EXCELENTE 81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lengua apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia.					X
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.			X		
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científicos.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.				X	

### I. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Los indicadores son aplicables y reúnen el mínimo contenido de criterio y condición.

.....

.....

.....

II. **PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** .....

Lima, 22 de Marzo del 2021	46475899	 	943454183
<b>LUGAR Y FECHA</b>	<b>DNI</b>	<b>firma del experto</b>	<b>teléfono</b>

### Ficha de validación - 02

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	CARGO O INSTITUCION DONDE LABORA	NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTOR DEL INSTRUMENTO
GARCIA NICOLAS, WLLIAN JOSELYN	DOCENTE DE INVESTIGACIÓN UNSCH	CUESTIONARIOS	GUTIERREZ AYALA, KINDER JHONATAN

**TÍTULO:**



"Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021"

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0 – 20%	REGULAR 21 – 40%	BUENA 41 – 60%	MUY BUENA 61 – 80%	EXCELENTE 81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lengua apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia.				X	
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científicos.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				X	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.				X	

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN**

.....  
*LOS ITEMS REVEN LAS CONDICIONES*  
 .....

**IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** .....

Lima, 22 de Marzo del 2021	41968394	 	945549556
<b>LUGAR Y FECHA</b>	<b>DNI</b>	<b>firma del experto</b>	<b>teléfono</b>

### Ficha de validación - 03

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	CARGO O INSTITUCION DONDE LABORA	NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTOR DEL INSTRUMENTO
GUTIERREZ PALOMINO, ROBERTO	DOCENTE DE INVESTIGACIÓN UNSCH	CUESTIONARIOS	GUTIERREZ AYALA, KINDER JHONATAN

**TÍTULO:**

"Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021"

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE 0 – 20%	REGULAR 21 – 40%	BUENA 41 – 60%	MUY BUENA 61 – 80%	EXCELENTE 81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lengua apropiado.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.			✓		
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia.			✓		
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.			✓		
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.				✓	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científicos.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					✓
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado.				✓	

**V. OPINIÓN DE APLICACIÓN**

*Aplicar Prueba Piloto para su Mejora.*

**VI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** .....

Lima, 22 de Marzo del 2021	28316113	 	966011800
LUGAR Y FECHA	DNI	firma del experto	teléfono

# INFORME DE ENSAYOS DE DIAMANTINA Y ESCLEROMETRIA



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## INFORME N° 67 - 2021 - LABINGEOMAX

SEÑORES : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN

DEL : ING. MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

PROYECTO : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE  
REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL  
COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

ASUNTO : INFORME SOBRE ENSAYOS DE DIAMANTINA Y ESCLEROMETRIA EN  
CONCRETO.

FECHA : Febrero de 2021.

Es grato dirigirme a Uds., con la finalidad de saludarlos y a la vez informarles sobre los resultados de los ensayos de obtención y ensayos de corazones diamantinos de concreto hidráulico realizados a las estructuras solicitadas de la obra en mención, de lo cual se menciona:

### 1. GENERALIDADES

#### Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos (NTP 339.059-2017)

Los corazones cilíndricos de concreto, que se extraen haciendo una perforación en la masa de concreto con una broca cilíndrica de pared delgada.

Las muestras de concreto endurecido usadas para las pruebas de resistencia, deben tomarse hasta el momento en que el concreto alcance la edad especificada. En general, el hormigón debe tener un mínimo de 14 días de edad para que puedan extraerse los especímenes, los cuales deben obtenerse de zonas de concreto no dañadas.

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias

ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Arequipa - TEL: 993526400  
EMAIL: ingenieria@inggeomaxsac.com, comercial@inggeomaxsac.com



**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

Cuando estén preparados los especímenes de prueba, para determinar la resistencia del hormigón endurecido, las muestras que presenten defectos o las muestras que hayan sido alteradas o dañadas en el proceso de extracción no deben ser empleados. De preferencia, los testigos deben tener una relación altura/diámetro de 2 pudiéndose aceptar, como mínimo, una relación de 1, aplicando lo indicado en la Tabla 1, que se indica a continuación:

*Tabla 1. Factor de corrección según relación L/D*

Relación L/D	Factor de corrección
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

*Fuente: NTP 339.059-2017*

La extracción de corazones diamantinos de concreto constituye una herramienta eficaz para la determinación de la resistencia "real" del concreto que está siendo analizado, esta resistencia es distinta a la resistencia "potencial" del concreto, ya que la segunda corresponde a las condiciones normalizadas de confección, curado y rotura de probetas cilíndricas de 15cm. x 30cm., mientras que la primera presenta condiciones de curado y colocación distintas.

**Ensayo de Esclerometría (NTP 339.181-2013):**

El esclerómetro Schmidt mide la resistencia del concreto mediante el rebote de una masa de acero que golpea, accionada por un resorte, sobre un percusor puesto en contacto con la superficie del concreto. Producido el impacto, la masa rebota hacia el extremo opuesto del percusor arrastrando en su movimiento a un índice que, al desplazarse sobre una escala graduada, marca una magnitud que se denomina Índice Esclerométrico (IE) y que es la relación entre la altura de rebote y la escala total del aparato. Es útil para





**INGEOMAX**

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

determinar la evolución de la resistencia del endurecimiento del concreto, o para comparar su calidad entre distintas zonas de una misma obra.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que una importante limitación de este método para juzgar la calidad del concreto está en que solo suministra información sobre una capa de concreto de dos o tres centímetros de profundidad, capa que está enriquecida en el concreto y puede no ser representativa del conjunto de la masa del concreto especialmente si la compactación no ha sido cuidadosa.

También se ha analizado en otras experiencias que los valores obtenidos están fuertemente influidos por la compactación de la capa exterior del concreto, por el tipo de encofrado, la humedad del paramento, la existencia de granos gruesos o áridos o armaduras próximas a la superficie, por la dirección del ensayo, etc.; lo que hace necesario discriminar entre resultados obtenidos en parámetros verticales y horizontales, y sobre todo por la carbonatación superficial del concreto, que incrementa su dureza e influye apenas en su resistencia a compresión.

## 2. OBJETIVO

La presente tiene la finalidad de evaluar el estado situacional del concreto existente en las estructuras ensayadas como vigas y columnas de la institución educativa, para cual se realizó la extracción de corazones diamantinos de concreto, para luego ser transportados a laboratorio para su respectivo tallado, refrendado y rotura a compresión simple, así como ensayos de rebote esclerométrico.

## 3. TRABAJOS EN CAMPO Y LABORATORIO

### 3.1. EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO

El Método para la obtención de corazones diamantinos para las estructuras solicitadas se realizaron bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.059, las muestras extraídas fueron las siguientes:

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Muroto Arias

DIRECCION: JR. CIRC ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CCL. 397026 - OIP N° 13284  
EMAIL: ingenieria@ingemaxsa.com, comercial@ingemaxsa.com

ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### 3.1.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO

El Método de ensayo de corazones diamantinos para las estructuras solicitadas se realizaron bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.059, las muestras ensayadas fueron las siguientes, cuyos resultados se presentan a continuación:

*Cuadro 1: Resumen de resultados de ensayo a compresión simple.*

Estructura	Fecha			Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
	Extracción	Rotura	Edad					
COLUMNA EJE 1-B PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.21	40.86	69.1	7,046.27	172
COLUMNA EJE 4-C PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.31	41.91	57.4	5,853.19	140
COLUMNA EJE 3-A SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.25	41.32	48.8	4,976.23	120
COLUMNA EJE 7-B SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.26	41.40	56.7	5,781.81	140
VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.25	41.32	76.8	7,831.45	190
VIGA EJE 7-7 ENTRE EJE B y C PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.28	41.62	85.8	8,749.20	210
VIGA EJE A-A ENTRE EJE 1 y 2 SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.30	41.89	78.0	7,953.82	190
VIGA EJE C-C ENTRE EJE 5 y 6 SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb	> 28 días	7.32	42.08	73.3	7,474.55	178

*Fuente: Elaboración propia*

El detalle se presenta en el anexo diamantinas.

### 3.2. ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA EN CONCRETO

Los ensayos de Esclerometría para los módulos existentes en la institución educativa se realizaron bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.181-2013 y cuyos resultados se presentan a continuación:



**INGEOMAX**

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Cuadro 2: Resultados de cada ensayo realizado en campo.

PRUEBA N°:	1
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
COLUMNA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
COLUMNA EJE 3-B PRIMER NIVEL	
PROMEDIO	29
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	190 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	17 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	2
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
COLUMNA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
COLUMNA EJE 5-C PRIMER NIVEL	
PROMEDIO	25
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	140 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	6 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	3
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
VIGA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE C y C' PRIMER NIVEL	
PROMEDIO	30
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	210 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	16 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	4
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
VIGA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
VIGA EJE C-C ENTRE EJE 6 y 7 PRIMER NIVEL	
PROMEDIO	31
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	220 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	11 kg/cm <sup>2</sup>

**INGEOMAX**

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526400.  
EMAIL: ingenieria@ingemaxsac.com, comercial@ingemaxsac.com

Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PRUEBA N°:	5
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
COLUMNA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
COLUMNA EJE 4-A SEGUNDO NIVEL	
PROMEDIO	24
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	130 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	7 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	6
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
COLUMNA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
COLUMNA EJE 7-C SEGUNDO NIVEL	
PROMEDIO	26
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	158 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	14 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	7
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
VIGA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B SEGUNDO NIVEL	
PROMEDIO	30
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	210 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	13 kg/cm <sup>2</sup>

PRUEBA N°:	8
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:	
VIGA	
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:	
VIGA EJE C-C ENTRE EJE 3 y 4 SEGUNDO NIVEL	
PROMEDIO	29
ANGULO DE IMPACTO :	0°
CORRELACION f'c :	190 kg/cm <sup>2</sup>
ERROR ESTANDAR DE f'c : +/-	13 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias  
CIP N° 132454

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 972 222 222  
EMAIL: ingenieria@ingemaxsac.com, comercial@ingemaxsac.com

ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Cuadro 3: Resumen de los resultados de los ensayos realizados.*

ENSAYO	ESTRUCTURA	REBOTE PROMEDIO	f <sub>c</sub> ALCANZADO ESCLEROMETRO (Kg/cm <sup>2</sup> )	ERROR ESTANDAR +- f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> MININIMO CON ERROR ESTANDAR (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> MÁXIMO CON ERROR ESTANDAR (kg/cm <sup>2</sup> )
1	COLUMNA EJE 3-B PRIMER NIVEL	29	190	17	173	207
2	COLUMNA EJE 5-C PRIMER NIVEL	25	140	6	134	146
3	VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE C y C' PRIMER NIVEL	30	210	16	194	226
4	VIGA EJE C-C ENTRE EJE 6 y 7 PRIMER NIVEL	31	220	11	209	231
5	COLUMNA EJE 4-A SEGUNDO NIVEL	24	130	7	123	137
6	COLUMNA EJE 7-C SEGUNDO NIVEL	26	158	14	144	172
7	VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B SEGUNDO NIVEL	30	210	13	197	223
8	VIGA EJE C-C ENTRE EJE 3 y 4 SEGUNDO NIVEL	30	190	13	177	203

Fuente: Elaboración propia

#### 4. CONCLUSIONES

De los ensayos de esclerometría realizados en la infraestructura en estudio (vigas y columnas) se puede concluir que:

- La **COLUMNA EJE 3-B PRIMER NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **COLUMNA EJE 5-C PRIMER NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE C y C' PRIMER NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **VIGA EJE C-C ENTRE EJE 6 y 7 PRIMER NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

- La **COLUMNA EJE 4-A SEGUNDO NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **COLUMNA EJE 7-C SEGUNDO NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B SEGUNDO NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- La **VIGA EJE C-C ENTRE EJE 3 y 4 SEGUNDO NIVEL** se puede concluir que el elemento analizado tiene una resistencia a la compresión simple menor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

De los ensayos a la compresión simple practicados a los corazones diamantinos de concreto de las estructuras solicitadas se puede concluir que para:

- Para la extracción de la **COLUMNA EJE 1-B PRIMER NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 172 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **COLUMNA EJE 4-C PRIMER NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **COLUMNA EJE 3-A SEGUNDO NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 120 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **COLUMNA EJE 7-B SEGUNDO NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B PRIMER NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 190 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **VIGA EJE 7-7 ENTRE EJE B y C PRIMER NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **VIGA EJE A-A ENTRE EJE 1 y 2 SEGUNDO NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 190 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la extracción de la **VIGA EJE C-C ENTRE EJE 5 y 6 SEGUNDO NIVEL** se obtuvo una resistencia a la compresión simple de  $f'c = 178 \text{ kg/cm}^2$ .

DIRECCION: JR. CIRIO ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 994 422 422  
EMAIL: ingenieria@ingemaxsac.com, comercial@ingemaxsac.com

**INGEOMAX**  
*Ing. Maxwell Anthony Morales Arias*  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

Es sabido que nuestra norma técnica E-060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificación en su Capítulo 5 Calidad del concreto, mezclado y colocación, artículo 6 numeral 5.6.5.4 menciona *“El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85% de  $f_c$  y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75% de  $f_c$ . Cuando los núcleos den valores erráticos de resistencia, se deberán extraer núcleos adicionales de la misma zona”*

De acuerdo a los resultados de los ensayos realizados, se obtuvo la resistencia individual menor en columnas de 57% el cual es menor al 75% y en vigas una resistencia individual del 85% el cual es mayor al 75% que indica el criterio de la norma, por lo que la estructura de concreto en columnas no cumple y en vigas si cumple con la resistencia especificada de analisis.

En tal sentido se recomienda usar la resistencia a la compresión simple del concreto ( $f_c$ ) más crítica encontrada en el presente estudio, para realizar cualquier modelamiento estructural que se desee realizar, cabe mencionar que de ser necesario un resultado más exacto de la resistencia a la compresión del concreto se podría realizar más ensayos de extracción de corazones diamantinos de concreto.

Sin otro particular, y a la espera de vuestra comprensión y atención a lo solicitado, es propicia la ocasión para expresarles mi más alta y distinguida estima personal.

Atentamente.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C


**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYOS DE  
RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE**

**INGEOMAX**

**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
CIP N° 139454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



 <b>INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO</b> <small>ESPECIALISTAS EN SUELOS, CIMENTOS Y PAVIMENTOS</small>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>SAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b> <small>NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016</small>
--	---

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN  
Muestra : IE MARISCAL LUZURIAGA  
Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO  
Fecha : FEBRERO DE 2021

Región : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Distrito : HUARAZ  
Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ

N° Corazón diamantino	Estructura	Fecha		Diámetro (cm)	Área de Rotura (cm <sup>2</sup> )	Fuerza de Rotura (kn)	Fuerza de Rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión corregida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio por elemento (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión global (kg/cm <sup>2</sup> )
		Extracción	Rotura								
001	COLUMNA EJE 1-B PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.21	40.86	69.1	7,046.27	172	172	156	143
002	COLUMNA EJE 4-C PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.31	41.91	57.4	5,853.19	140	140	130	
003	COLUMNA EJE 3-A SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.25	41.32	48.8	4,976.23	120	120	130	143
004	COLUMNA EJE 7-B SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.26	41.40	56.7	5,781.81	140	140	130	
005	VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A Y B PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.25	41.32	76.8	7,831.45	190	190	200	192
006	VIGA EJE 7-7 ENTRE EJE B Y C PRIMER NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.28	41.62	85.8	8,749.20	210	210	200	
007	VIGA EJE A-A ENTRE EJE 1 Y 2 SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.30	41.89	78.0	7,953.82	190	190	183.75	192
008	VIGA EJE C-C ENTRE EJE 5 Y 6 SEGUNDO NIVEL	10-Feb	13-Feb > 28 días	7.32	42.08	73.3	7,474.55	178	178	183.75	

Observaciones : - Los corazones diamantinos fueron identificados y rotulados en campo.

- Los corazones diamantinos fueron referenciados con neopreno en laboratorio.



Ing. Maxwell Morales Arias  
CIP N° 12247  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO**

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2016

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SISMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN  
 Muestra : IE MARISCAL LUZURIAGA  
 Especimen : CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO HIDRAULICO  
 Fecha : FEBRERO DE 2021

Región : ANCASH  
 Provincia : HUARAZ  
 Distrito : HUARAZ  
 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ



**INGEOMAX**  
 Ing. Maxuili Anthony Morúa Arias  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CIVIL Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYOS DE  
ESCLEROMETRIA**

**INGEOMAX**

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES  
CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISAL LUZURIAGA HUARAZ

PRUEBA N°:		1	
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:			
COLUMNA			
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:			
COLUMNA EJE 3-B PRIMER NIVEL			
SUPERFICIE:			
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA			
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021		
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS		
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO		
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339		
N°	VALOR DE REBOTE		
1	30.0		
2	28.0		
3	28.0		
4	30.0		
5	32.0		
6	30.0		
7	30.0		
8	28.0		
9	28.0		
10	30.0		
PROMEDIO	29		
ANGULO DE IMPACTO :	0°		
CORRELACION Fc :	190 kg/cm2		
ERROR ESTANDAR DE Fc : +/-	17 kg/cm2		
CORRELACION MIN. CON DS Fc :	173 kg/cm2		
CORRELACION MÁX. CON DS Fc :	207 kg/cm2		

TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO					
IMPACT ANGLE $\alpha$					
R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = -45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	236	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	330	280	260
39	380	370	348	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	480	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Over 600	Over 600	580	550	530
55	Over 600	Over 600	600	570	550

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 124454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)**

Proyecto : \*ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021\*

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUAR.

PRUEBA N°:	2	TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																			
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																			
COLUMNA		IMPACT ANGLE $\alpha$																																																																																																																																																																																																																																			
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th><math>\alpha = -90^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 45^\circ</math></th> <th><math>0^\circ</math></th> <th><math>\alpha = +45^\circ</math></th> <th><math>\alpha = +90^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>125</td><td>115</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>135</td><td>125</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>145</td><td>135</td><td>110</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>160</td><td>145</td><td>120</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>170</td><td>160</td><td>130</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>180</td><td>170</td><td>140</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>198</td><td>185</td><td>158</td><td>115</td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>210</td><td>200</td><td>165</td><td>120</td><td>105</td></tr> <tr><td>28</td><td>220</td><td>210</td><td>180</td><td>140</td><td>120</td></tr> <tr><td>29</td><td>238</td><td>220</td><td>190</td><td>150</td><td>138</td></tr> <tr><td>30</td><td>250</td><td>238</td><td>210</td><td>170</td><td>145</td></tr> <tr><td>31</td><td>260</td><td>250</td><td>220</td><td>180</td><td>160</td></tr> <tr><td>32</td><td>280</td><td>265</td><td>238</td><td>190</td><td>170</td></tr> <tr><td>33</td><td>290</td><td>280</td><td>250</td><td>210</td><td>190</td></tr> <tr><td>34</td><td>310</td><td>290</td><td>260</td><td>220</td><td>200</td></tr> <tr><td>35</td><td>320</td><td>310</td><td>280</td><td>238</td><td>218</td></tr> <tr><td>36</td><td>340</td><td>320</td><td>300</td><td>250</td><td>230</td></tr> <tr><td>37</td><td>350</td><td>340</td><td>310</td><td>265</td><td>235</td></tr> <tr><td>38</td><td>370</td><td>350</td><td>320</td><td>280</td><td>255</td></tr> <tr><td>39</td><td>380</td><td>370</td><td>340</td><td>300</td><td>280</td></tr> <tr><td>40</td><td>400</td><td>380</td><td>350</td><td>310</td><td>295</td></tr> <tr><td>41</td><td>410</td><td>400</td><td>370</td><td>330</td><td>310</td></tr> <tr><td>42</td><td>425</td><td>415</td><td>390</td><td>345</td><td>325</td></tr> <tr><td>43</td><td>440</td><td>430</td><td>400</td><td>360</td><td>340</td></tr> <tr><td>44</td><td>460</td><td>450</td><td>420</td><td>380</td><td>360</td></tr> <tr><td>45</td><td>470</td><td>460</td><td>430</td><td>395</td><td>375</td></tr> <tr><td>46</td><td>490</td><td>480</td><td>450</td><td>410</td><td>390</td></tr> <tr><td>47</td><td>500</td><td>495</td><td>465</td><td>430</td><td>410</td></tr> <tr><td>48</td><td>520</td><td>510</td><td>480</td><td>445</td><td>430</td></tr> <tr><td>49</td><td>540</td><td>525</td><td>500</td><td>460</td><td>445</td></tr> <tr><td>50</td><td>550</td><td>540</td><td>515</td><td>480</td><td>460</td></tr> <tr><td>51</td><td>570</td><td>560</td><td>530</td><td>500</td><td>480</td></tr> <tr><td>52</td><td>590</td><td>570</td><td>550</td><td>515</td><td>500</td></tr> <tr><td>53</td><td>600</td><td>590</td><td>565</td><td>530</td><td>520</td></tr> <tr><td>54</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>580</td><td>550</td><td>530</td></tr> <tr><td>55</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>570</td><td>550</td></tr> </tbody> </table>						R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$	20	125	115				21	135	125				22	145	135	110			23	160	145	120			24	170	160	130			25	180	170	140	100		26	198	185	158	115		27	210	200	165	120	105	28	220	210	180	140	120	29	238	220	190	150	138	30	250	238	210	170	145	31	260	250	220	180	160	32	280	265	238	190	170	33	290	280	250	210	190	34	310	290	260	220	200	35	320	310	280	238	218	36	340	320	300	250	230	37	350	340	310	265	235	38	370	350	320	280	255	39	380	370	340	300	280	40	400	380	350	310	295	41	410	400	370	330	310	42	425	415	390	345	325	43	440	430	400	360	340	44	460	450	420	380	360	45	470	460	430	395	375	46	490	480	450	410	390	47	500	495	465	430	410	48	520	510	480	445	430	49	540	525	500	460	445	50	550	540	515	480	460	51	570	560	530	500	480	52	590	570	550	515	500	53	600	590	565	530	520	54	Over 600	Over 600	580	550	530	55	Over 600	Over 600	600	570	550
R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$																																																																																																																																																																																																																																
20	125	115																																																																																																																																																																																																																																			
21	135	125																																																																																																																																																																																																																																			
22	145	135	110																																																																																																																																																																																																																																		
23	160	145	120																																																																																																																																																																																																																																		
24	170	160	130																																																																																																																																																																																																																																		
25	180	170	140	100																																																																																																																																																																																																																																	
26	198	185	158	115																																																																																																																																																																																																																																	
27	210	200	165	120	105																																																																																																																																																																																																																																
28	220	210	180	140	120																																																																																																																																																																																																																																
29	238	220	190	150	138																																																																																																																																																																																																																																
30	250	238	210	170	145																																																																																																																																																																																																																																
31	260	250	220	180	160																																																																																																																																																																																																																																
32	280	265	238	190	170																																																																																																																																																																																																																																
33	290	280	250	210	190																																																																																																																																																																																																																																
34	310	290	260	220	200																																																																																																																																																																																																																																
35	320	310	280	238	218																																																																																																																																																																																																																																
36	340	320	300	250	230																																																																																																																																																																																																																																
37	350	340	310	265	235																																																																																																																																																																																																																																
38	370	350	320	280	255																																																																																																																																																																																																																																
39	380	370	340	300	280																																																																																																																																																																																																																																
40	400	380	350	310	295																																																																																																																																																																																																																																
41	410	400	370	330	310																																																																																																																																																																																																																																
42	425	415	390	345	325																																																																																																																																																																																																																																
43	440	430	400	360	340																																																																																																																																																																																																																																
44	460	450	420	380	360																																																																																																																																																																																																																																
45	470	460	430	395	375																																																																																																																																																																																																																																
46	490	480	450	410	390																																																																																																																																																																																																																																
47	500	495	465	430	410																																																																																																																																																																																																																																
48	520	510	480	445	430																																																																																																																																																																																																																																
49	540	525	500	460	445																																																																																																																																																																																																																																
50	550	540	515	480	460																																																																																																																																																																																																																																
51	570	560	530	500	480																																																																																																																																																																																																																																
52	590	570	550	515	500																																																																																																																																																																																																																																
53	600	590	565	530	520																																																																																																																																																																																																																																
54	Over 600	Over 600	580	550	530																																																																																																																																																																																																																																
55	Over 600	Over 600	600	570	550																																																																																																																																																																																																																																
COLUMNA EJE 5-C PRIMER NIVEL		CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																			
SUPERFICIE:		REBOUND VALUE R																																																																																																																																																																																																																																			
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA																																																																																																																																																																																																																																					
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021																																																																																																																																																																																																																																				
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS																																																																																																																																																																																																																																				
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO																																																																																																																																																																																																																																				
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339																																																																																																																																																																																																																																				
N°	VALOR DE REBOTE																																																																																																																																																																																																																																				
1	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
2	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
3	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
4	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
5	24.0																																																																																																																																																																																																																																				
6	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
7	24.0																																																																																																																																																																																																																																				
8	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
9	23.0																																																																																																																																																																																																																																				
10	25.0																																																																																																																																																																																																																																				
PROMEDIO	25																																																																																																																																																																																																																																				
ANGULO DE IMPACTO :	0°																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION f <sub>c</sub> :	140 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
ERROR ESTANDAR DE f <sub>c</sub> : +/-	6 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION MIN. CON DS f <sub>c</sub> :	134 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION MÁX. CON DS f <sub>c</sub> :	146 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				



Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CP N° 133464  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021'

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ

PRUEBA Nº:	3	TABLA DE VALORACIÓN																																																																																																																																																																																																																																		
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																		
VIGA		IMPACT ANGLE $\alpha$																																																																																																																																																																																																																																		
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:																																																																																																																																																																																																																																				
VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE C y C' PRIMER NIVEL		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th><math>\alpha = -90^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 45^\circ</math></th> <th><math>0^\circ</math></th> <th><math>\alpha = +45^\circ</math></th> <th><math>\alpha = +90^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>125</td><td>115</td><td>110</td><td>110</td><td>110</td></tr> <tr><td>21</td><td>135</td><td>125</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td></tr> <tr><td>22</td><td>145</td><td>135</td><td>130</td><td>130</td><td>130</td></tr> <tr><td>23</td><td>160</td><td>145</td><td>140</td><td>140</td><td>140</td></tr> <tr><td>24</td><td>170</td><td>160</td><td>150</td><td>150</td><td>150</td></tr> <tr><td>25</td><td>180</td><td>170</td><td>160</td><td>160</td><td>160</td></tr> <tr><td>26</td><td>198</td><td>185</td><td>180</td><td>180</td><td>180</td></tr> <tr><td>27</td><td>210</td><td>200</td><td>195</td><td>195</td><td>195</td></tr> <tr><td>28</td><td>220</td><td>210</td><td>200</td><td>200</td><td>200</td></tr> <tr><td>29</td><td>238</td><td>225</td><td>220</td><td>220</td><td>220</td></tr> <tr><td>30</td><td>250</td><td>238</td><td>230</td><td>230</td><td>230</td></tr> <tr><td>31</td><td>260</td><td>250</td><td>240</td><td>240</td><td>240</td></tr> <tr><td>32</td><td>280</td><td>265</td><td>255</td><td>255</td><td>255</td></tr> <tr><td>33</td><td>290</td><td>280</td><td>270</td><td>270</td><td>270</td></tr> <tr><td>34</td><td>310</td><td>290</td><td>280</td><td>280</td><td>280</td></tr> <tr><td>35</td><td>320</td><td>310</td><td>300</td><td>300</td><td>300</td></tr> <tr><td>36</td><td>340</td><td>320</td><td>310</td><td>310</td><td>310</td></tr> <tr><td>37</td><td>350</td><td>340</td><td>330</td><td>330</td><td>330</td></tr> <tr><td>38</td><td>370</td><td>350</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td></tr> <tr><td>39</td><td>380</td><td>370</td><td>360</td><td>360</td><td>360</td></tr> <tr><td>40</td><td>400</td><td>380</td><td>370</td><td>370</td><td>370</td></tr> <tr><td>41</td><td>410</td><td>400</td><td>390</td><td>390</td><td>390</td></tr> <tr><td>42</td><td>425</td><td>415</td><td>400</td><td>400</td><td>400</td></tr> <tr><td>43</td><td>440</td><td>430</td><td>420</td><td>420</td><td>420</td></tr> <tr><td>44</td><td>460</td><td>450</td><td>440</td><td>440</td><td>440</td></tr> <tr><td>45</td><td>470</td><td>460</td><td>450</td><td>450</td><td>450</td></tr> <tr><td>46</td><td>480</td><td>480</td><td>470</td><td>470</td><td>470</td></tr> <tr><td>47</td><td>500</td><td>485</td><td>480</td><td>480</td><td>480</td></tr> <tr><td>48</td><td>520</td><td>510</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td></tr> <tr><td>49</td><td>540</td><td>525</td><td>520</td><td>520</td><td>520</td></tr> <tr><td>50</td><td>550</td><td>540</td><td>530</td><td>530</td><td>530</td></tr> <tr><td>51</td><td>570</td><td>560</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td></tr> <tr><td>52</td><td>580</td><td>570</td><td>560</td><td>560</td><td>560</td></tr> <tr><td>53</td><td>600</td><td>590</td><td>580</td><td>580</td><td>580</td></tr> <tr><td>54</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>590</td><td>590</td><td>590</td></tr> <tr><td>55</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>600</td><td>600</td></tr> </tbody> </table>					R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$	20	125	115	110	110	110	21	135	125	120	120	120	22	145	135	130	130	130	23	160	145	140	140	140	24	170	160	150	150	150	25	180	170	160	160	160	26	198	185	180	180	180	27	210	200	195	195	195	28	220	210	200	200	200	29	238	225	220	220	220	30	250	238	230	230	230	31	260	250	240	240	240	32	280	265	255	255	255	33	290	280	270	270	270	34	310	290	280	280	280	35	320	310	300	300	300	36	340	320	310	310	310	37	350	340	330	330	330	38	370	350	340	340	340	39	380	370	360	360	360	40	400	380	370	370	370	41	410	400	390	390	390	42	425	415	400	400	400	43	440	430	420	420	420	44	460	450	440	440	440	45	470	460	450	450	450	46	480	480	470	470	470	47	500	485	480	480	480	48	520	510	500	500	500	49	540	525	520	520	520	50	550	540	530	530	530	51	570	560	550	550	550	52	580	570	560	560	560	53	600	590	580	580	580	54	Over 600	Over 600	590	590	590	55	Over 600	Over 600	600	600	600
R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = +45^\circ$	$\alpha = +90^\circ$																																																																																																																																																																																																																															
20	125	115	110	110	110																																																																																																																																																																																																																															
21	135	125	120	120	120																																																																																																																																																																																																																															
22	145	135	130	130	130																																																																																																																																																																																																																															
23	160	145	140	140	140																																																																																																																																																																																																																															
24	170	160	150	150	150																																																																																																																																																																																																																															
25	180	170	160	160	160																																																																																																																																																																																																																															
26	198	185	180	180	180																																																																																																																																																																																																																															
27	210	200	195	195	195																																																																																																																																																																																																																															
28	220	210	200	200	200																																																																																																																																																																																																																															
29	238	225	220	220	220																																																																																																																																																																																																																															
30	250	238	230	230	230																																																																																																																																																																																																																															
31	260	250	240	240	240																																																																																																																																																																																																																															
32	280	265	255	255	255																																																																																																																																																																																																																															
33	290	280	270	270	270																																																																																																																																																																																																																															
34	310	290	280	280	280																																																																																																																																																																																																																															
35	320	310	300	300	300																																																																																																																																																																																																																															
36	340	320	310	310	310																																																																																																																																																																																																																															
37	350	340	330	330	330																																																																																																																																																																																																																															
38	370	350	340	340	340																																																																																																																																																																																																																															
39	380	370	360	360	360																																																																																																																																																																																																																															
40	400	380	370	370	370																																																																																																																																																																																																																															
41	410	400	390	390	390																																																																																																																																																																																																																															
42	425	415	400	400	400																																																																																																																																																																																																																															
43	440	430	420	420	420																																																																																																																																																																																																																															
44	460	450	440	440	440																																																																																																																																																																																																																															
45	470	460	450	450	450																																																																																																																																																																																																																															
46	480	480	470	470	470																																																																																																																																																																																																																															
47	500	485	480	480	480																																																																																																																																																																																																																															
48	520	510	500	500	500																																																																																																																																																																																																																															
49	540	525	520	520	520																																																																																																																																																																																																																															
50	550	540	530	530	530																																																																																																																																																																																																																															
51	570	560	550	550	550																																																																																																																																																																																																																															
52	580	570	560	560	560																																																																																																																																																																																																																															
53	600	590	580	580	580																																																																																																																																																																																																																															
54	Over 600	Over 600	590	590	590																																																																																																																																																																																																																															
55	Over 600	Over 600	600	600	600																																																																																																																																																																																																																															
SUPERFICIE:		CYLINDER COMPRESIVE STRENGTH $F_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																		
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA																																																																																																																																																																																																																																				
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021																																																																																																																																																																																																																																			
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS																																																																																																																																																																																																																																			
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO																																																																																																																																																																																																																																			
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339																																																																																																																																																																																																																																			
Nº	VALOR DE REBOTE																																																																																																																																																																																																																																			
1	31.0																																																																																																																																																																																																																																			
2	31.0																																																																																																																																																																																																																																			
3	29.0																																																																																																																																																																																																																																			
4	29.0																																																																																																																																																																																																																																			
5	29.0																																																																																																																																																																																																																																			
6	29.0																																																																																																																																																																																																																																			
7	31.0																																																																																																																																																																																																																																			
8	29.0																																																																																																																																																																																																																																			
9	35.0																																																																																																																																																																																																																																			
10	31.0																																																																																																																																																																																																																																			
PROMEDIO	30																																																																																																																																																																																																																																			
ANGULO DE IMPACTO :	0°																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION $f_c$ :	210 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
ERROR ESTANDAR DE $f_c$ : +/-	16 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION MIN. CON DS $f_c$ :	194 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION MÁX. CON DS $f_c$ :	226 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwil Anthony Morúa Arias  
 CIP N° 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES  
CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUAR.

PRUEBA N°: 4		TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO					
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		IMPACT ANGLE $\alpha$					
VIGA		CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH $F_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )					
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:		R	$\alpha=50^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$
VIGA EJE C-C ENTRE EJE 6 y 7 PRIMER NIVEL		20	125	115	110	110	110
SUPERFICIE:		21	135	125	120	120	120
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA		22	145	135	130	130	130
FECHA : 10 DE FEBRERO DE 2021		23	160	145	140	140	140
EDAD DEL CONCRETO : >28 DIAS		24	170	160	150	150	150
TIPO DE ESCLEROMETRO : ANALOGO		25	180	170	160	160	160
MODELO / SERIE : PC - 137 / 1339		26	198	185	175	175	175
N° VALOR DE REBOTE		27	210	200	190	190	190
1 31.0		28	220	210	200	200	200
2 31.0		29	238	220	190	150	138
3 32.0		30	250	238	210	170	145
4 31.0		31	260	250	220	180	160
5 31.0		32	280	265	230	190	170
6 31.0		33	290	280	250	210	190
7 30.0		34	310	290	260	220	200
8 31.0		35	320	310	280	238	218
9 29.0		36	340	320	290	250	230
10 30.0		37	350	330	310	265	245
PROMEDIO 31		38	370	350	320	280	260
ANGULO DE IMPACTO : 0°		39	380	370	340	300	280
CORRELACION $f_c$ : 220 kg/cm <sup>2</sup>		40	400	380	350	310	295
ERROR ESTANDAR DE $f_c$ : +- 11 kg/cm <sup>2</sup>		41	410	400	370	330	310
CORRELACION MIN. CON DS $f_c$ : 209 kg/cm <sup>2</sup>		42	425	415	390	345	325
CORRELACION MÁX. CON DS $f_c$ : 231 kg/cm <sup>2</sup>		43	440	430	400	360	340
		44	460	450	420	380	360
		45	470	460	430	395	375
		46	490	480	450	410	390
		47	500	485	465	430	410
		48	520	510	480	445	430
		49	540	525	500	460	445
		50	550	540	515	480	460
		51	570	560	530	500	480
		52	580	570	550	515	500
		53	600	590	565	530	520
		54	Over 600	Over 600	580	550	530
		55	Over 600	Over 600	600	570	550

INGEOMAX  
Ing. Maxwii Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : \*ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES  
CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021\*

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ

PRUEBA N°: 5		TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																																																								
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		IMPACT ANGLE $\alpha$																																																																																																																																																																																																																																																																								
COLUMNA		CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																																																								
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th><math>\alpha=90^\circ</math></th> <th><math>\alpha=45^\circ</math></th> <th><math>0^\circ</math></th> <th><math>\alpha=45^\circ</math></th> <th><math>\alpha=90^\circ</math></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>125</td><td>115</td><td>110</td><td>115</td><td>125</td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>135</td><td>125</td><td>120</td><td>125</td><td>135</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>145</td><td>135</td><td>130</td><td>135</td><td>145</td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>160</td><td>145</td><td>140</td><td>145</td><td>160</td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>170</td><td>160</td><td>150</td><td>160</td><td>170</td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>180</td><td>170</td><td>160</td><td>170</td><td>180</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>198</td><td>185</td><td>175</td><td>185</td><td>198</td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>210</td><td>200</td><td>190</td><td>200</td><td>210</td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td>220</td><td>210</td><td>200</td><td>210</td><td>220</td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td>238</td><td>220</td><td>210</td><td>220</td><td>238</td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>250</td><td>238</td><td>230</td><td>238</td><td>250</td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td>260</td><td>250</td><td>240</td><td>250</td><td>260</td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td>260</td><td>265</td><td>255</td><td>265</td><td>260</td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td>290</td><td>290</td><td>280</td><td>290</td><td>290</td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td>310</td><td>310</td><td>300</td><td>310</td><td>310</td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td>320</td><td>310</td><td>300</td><td>310</td><td>320</td><td></td></tr> <tr><td>36</td><td>340</td><td>330</td><td>320</td><td>330</td><td>340</td><td></td></tr> <tr><td>37</td><td>350</td><td>340</td><td>330</td><td>340</td><td>350</td><td></td></tr> <tr><td>38</td><td>370</td><td>350</td><td>340</td><td>350</td><td>370</td><td></td></tr> <tr><td>39</td><td>380</td><td>370</td><td>360</td><td>370</td><td>380</td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>400</td><td>380</td><td>370</td><td>380</td><td>400</td><td></td></tr> <tr><td>41</td><td>410</td><td>400</td><td>390</td><td>400</td><td>410</td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td>425</td><td>415</td><td>400</td><td>415</td><td>425</td><td></td></tr> <tr><td>43</td><td>440</td><td>430</td><td>420</td><td>430</td><td>440</td><td></td></tr> <tr><td>44</td><td>460</td><td>450</td><td>440</td><td>450</td><td>460</td><td></td></tr> <tr><td>45</td><td>470</td><td>460</td><td>450</td><td>460</td><td>470</td><td></td></tr> <tr><td>46</td><td>480</td><td>480</td><td>470</td><td>480</td><td>480</td><td></td></tr> <tr><td>47</td><td>500</td><td>495</td><td>485</td><td>495</td><td>500</td><td></td></tr> <tr><td>48</td><td>520</td><td>510</td><td>500</td><td>510</td><td>520</td><td></td></tr> <tr><td>49</td><td>540</td><td>525</td><td>510</td><td>525</td><td>540</td><td></td></tr> <tr><td>50</td><td>550</td><td>540</td><td>530</td><td>540</td><td>550</td><td></td></tr> <tr><td>51</td><td>570</td><td>560</td><td>550</td><td>560</td><td>570</td><td></td></tr> <tr><td>52</td><td>580</td><td>570</td><td>560</td><td>570</td><td>580</td><td></td></tr> <tr><td>53</td><td>600</td><td>590</td><td>580</td><td>590</td><td>600</td><td></td></tr> <tr><td>54</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td></td></tr> <tr><td>55</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td></td></tr> </tbody> </table>						R	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$		20	125	115	110	115	125		21	135	125	120	125	135		22	145	135	130	135	145		23	160	145	140	145	160		24	170	160	150	160	170		25	180	170	160	170	180		26	198	185	175	185	198		27	210	200	190	200	210		28	220	210	200	210	220		29	238	220	210	220	238		30	250	238	230	238	250		31	260	250	240	250	260		32	260	265	255	265	260		33	290	290	280	290	290		34	310	310	300	310	310		35	320	310	300	310	320		36	340	330	320	330	340		37	350	340	330	340	350		38	370	350	340	350	370		39	380	370	360	370	380		40	400	380	370	380	400		41	410	400	390	400	410		42	425	415	400	415	425		43	440	430	420	430	440		44	460	450	440	450	460		45	470	460	450	460	470		46	480	480	470	480	480		47	500	495	485	495	500		48	520	510	500	510	520		49	540	525	510	525	540		50	550	540	530	540	550		51	570	560	550	560	570		52	580	570	560	570	580		53	600	590	580	590	600		54	Over 600	Over 600	600	Over 600	Over 600		55	Over 600	Over 600	600	Over 600	Over 600	
R	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$																																																																																																																																																																																																																																																																					
20	125	115	110	115	125																																																																																																																																																																																																																																																																					
21	135	125	120	125	135																																																																																																																																																																																																																																																																					
22	145	135	130	135	145																																																																																																																																																																																																																																																																					
23	160	145	140	145	160																																																																																																																																																																																																																																																																					
24	170	160	150	160	170																																																																																																																																																																																																																																																																					
25	180	170	160	170	180																																																																																																																																																																																																																																																																					
26	198	185	175	185	198																																																																																																																																																																																																																																																																					
27	210	200	190	200	210																																																																																																																																																																																																																																																																					
28	220	210	200	210	220																																																																																																																																																																																																																																																																					
29	238	220	210	220	238																																																																																																																																																																																																																																																																					
30	250	238	230	238	250																																																																																																																																																																																																																																																																					
31	260	250	240	250	260																																																																																																																																																																																																																																																																					
32	260	265	255	265	260																																																																																																																																																																																																																																																																					
33	290	290	280	290	290																																																																																																																																																																																																																																																																					
34	310	310	300	310	310																																																																																																																																																																																																																																																																					
35	320	310	300	310	320																																																																																																																																																																																																																																																																					
36	340	330	320	330	340																																																																																																																																																																																																																																																																					
37	350	340	330	340	350																																																																																																																																																																																																																																																																					
38	370	350	340	350	370																																																																																																																																																																																																																																																																					
39	380	370	360	370	380																																																																																																																																																																																																																																																																					
40	400	380	370	380	400																																																																																																																																																																																																																																																																					
41	410	400	390	400	410																																																																																																																																																																																																																																																																					
42	425	415	400	415	425																																																																																																																																																																																																																																																																					
43	440	430	420	430	440																																																																																																																																																																																																																																																																					
44	460	450	440	450	460																																																																																																																																																																																																																																																																					
45	470	460	450	460	470																																																																																																																																																																																																																																																																					
46	480	480	470	480	480																																																																																																																																																																																																																																																																					
47	500	495	485	495	500																																																																																																																																																																																																																																																																					
48	520	510	500	510	520																																																																																																																																																																																																																																																																					
49	540	525	510	525	540																																																																																																																																																																																																																																																																					
50	550	540	530	540	550																																																																																																																																																																																																																																																																					
51	570	560	550	560	570																																																																																																																																																																																																																																																																					
52	580	570	560	570	580																																																																																																																																																																																																																																																																					
53	600	590	580	590	600																																																																																																																																																																																																																																																																					
54	Over 600	Over 600	600	Over 600	Over 600																																																																																																																																																																																																																																																																					
55	Over 600	Over 600	600	Over 600	Over 600																																																																																																																																																																																																																																																																					
COLUMNA EJE 4-A SEGUNDO NIVEL																																																																																																																																																																																																																																																																										
SUPERFICIE:																																																																																																																																																																																																																																																																										
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA																																																																																																																																																																																																																																																																										
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021																																																																																																																																																																																																																																																																									
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS																																																																																																																																																																																																																																																																									
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO																																																																																																																																																																																																																																																																									
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339																																																																																																																																																																																																																																																																									
N°	VALOR DE REBOTE																																																																																																																																																																																																																																																																									
1	23.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
2	24.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
3	23.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
4	23.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
5	23.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
6	24.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
7	24.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
8	24.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
9	23.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
10	27.0																																																																																																																																																																																																																																																																									
PROMEDIO	24																																																																																																																																																																																																																																																																									
ANGULO DE IMPACTO :	0°																																																																																																																																																																																																																																																																									
CORRELACION Fc :	130 kg/cm2																																																																																																																																																																																																																																																																									
ERROR ESTANDAR DE Fc : +/-	7 kg/cm2																																																																																																																																																																																																																																																																									
CORRELACION MIN. CON DS Fc :	123 kg/cm2																																																																																																																																																																																																																																																																									
CORRELACION MÁX. CON DS Fc :	137 kg/cm2																																																																																																																																																																																																																																																																									

INGEOMAX

Ing. Maxwif Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS





**DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)**

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
 Provincia : HUARAZ  
 Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
 Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUAR.

PRUEBA Nº:	6	TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																		
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																		
COLUMNA		IMPACT ANGLE $\alpha$																																																																																																																																																																																																																																		
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th><math>\alpha=90^\circ</math></th> <th><math>\alpha=45^\circ</math></th> <th><math>0^\circ</math></th> <th><math>\alpha=+45^\circ</math></th> <th><math>\alpha=+90^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>125</td><td>115</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>135</td><td>125</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>145</td><td>135</td><td>110</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>160</td><td>145</td><td>120</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>170</td><td>160</td><td>130</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>180</td><td>170</td><td>140</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>198</td><td>185</td><td>158</td><td>115</td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>210</td><td>200</td><td>165</td><td>130</td><td>105</td></tr> <tr><td>28</td><td>220</td><td>210</td><td>180</td><td>140</td><td>120</td></tr> <tr><td>29</td><td>238</td><td>220</td><td>190</td><td>150</td><td>138</td></tr> <tr><td>30</td><td>250</td><td>238</td><td>210</td><td>170</td><td>145</td></tr> <tr><td>31</td><td>260</td><td>250</td><td>220</td><td>180</td><td>160</td></tr> <tr><td>32</td><td>280</td><td>265</td><td>238</td><td>190</td><td>170</td></tr> <tr><td>33</td><td>280</td><td>250</td><td>250</td><td>210</td><td>190</td></tr> <tr><td>34</td><td>310</td><td>250</td><td>260</td><td>220</td><td>200</td></tr> <tr><td>35</td><td>320</td><td>310</td><td>280</td><td>238</td><td>218</td></tr> <tr><td>36</td><td>340</td><td>325</td><td>290</td><td>250</td><td>230</td></tr> <tr><td>37</td><td>350</td><td>340</td><td>310</td><td>265</td><td>245</td></tr> <tr><td>38</td><td>370</td><td>350</td><td>330</td><td>280</td><td>260</td></tr> <tr><td>39</td><td>380</td><td>370</td><td>340</td><td>300</td><td>280</td></tr> <tr><td>40</td><td>400</td><td>380</td><td>350</td><td>310</td><td>295</td></tr> <tr><td>41</td><td>410</td><td>400</td><td>370</td><td>330</td><td>310</td></tr> <tr><td>42</td><td>425</td><td>415</td><td>390</td><td>345</td><td>325</td></tr> <tr><td>43</td><td>440</td><td>430</td><td>400</td><td>360</td><td>340</td></tr> <tr><td>44</td><td>460</td><td>450</td><td>420</td><td>380</td><td>360</td></tr> <tr><td>45</td><td>470</td><td>460</td><td>430</td><td>395</td><td>375</td></tr> <tr><td>46</td><td>490</td><td>480</td><td>450</td><td>410</td><td>390</td></tr> <tr><td>47</td><td>500</td><td>495</td><td>465</td><td>430</td><td>410</td></tr> <tr><td>48</td><td>520</td><td>510</td><td>480</td><td>445</td><td>430</td></tr> <tr><td>49</td><td>540</td><td>525</td><td>500</td><td>460</td><td>445</td></tr> <tr><td>50</td><td>550</td><td>540</td><td>515</td><td>480</td><td>460</td></tr> <tr><td>51</td><td>570</td><td>560</td><td>530</td><td>500</td><td>480</td></tr> <tr><td>52</td><td>580</td><td>570</td><td>550</td><td>515</td><td>500</td></tr> <tr><td>53</td><td>600</td><td>590</td><td>565</td><td>530</td><td>520</td></tr> <tr><td>54</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>580</td><td>550</td><td>530</td></tr> <tr><td>55</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>570</td><td>550</td></tr> </tbody> </table>					R	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=+45^\circ$	$\alpha=+90^\circ$	20	125	115				21	135	125				22	145	135	110			23	160	145	120			24	170	160	130			25	180	170	140	100		26	198	185	158	115		27	210	200	165	130	105	28	220	210	180	140	120	29	238	220	190	150	138	30	250	238	210	170	145	31	260	250	220	180	160	32	280	265	238	190	170	33	280	250	250	210	190	34	310	250	260	220	200	35	320	310	280	238	218	36	340	325	290	250	230	37	350	340	310	265	245	38	370	350	330	280	260	39	380	370	340	300	280	40	400	380	350	310	295	41	410	400	370	330	310	42	425	415	390	345	325	43	440	430	400	360	340	44	460	450	420	380	360	45	470	460	430	395	375	46	490	480	450	410	390	47	500	495	465	430	410	48	520	510	480	445	430	49	540	525	500	460	445	50	550	540	515	480	460	51	570	560	530	500	480	52	580	570	550	515	500	53	600	590	565	530	520	54	Over 600	Over 600	580	550	530	55	Over 600	Over 600	600	570	550
R	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=+45^\circ$	$\alpha=+90^\circ$																																																																																																																																																																																																																															
20	125	115																																																																																																																																																																																																																																		
21	135	125																																																																																																																																																																																																																																		
22	145	135	110																																																																																																																																																																																																																																	
23	160	145	120																																																																																																																																																																																																																																	
24	170	160	130																																																																																																																																																																																																																																	
25	180	170	140	100																																																																																																																																																																																																																																
26	198	185	158	115																																																																																																																																																																																																																																
27	210	200	165	130	105																																																																																																																																																																																																																															
28	220	210	180	140	120																																																																																																																																																																																																																															
29	238	220	190	150	138																																																																																																																																																																																																																															
30	250	238	210	170	145																																																																																																																																																																																																																															
31	260	250	220	180	160																																																																																																																																																																																																																															
32	280	265	238	190	170																																																																																																																																																																																																																															
33	280	250	250	210	190																																																																																																																																																																																																																															
34	310	250	260	220	200																																																																																																																																																																																																																															
35	320	310	280	238	218																																																																																																																																																																																																																															
36	340	325	290	250	230																																																																																																																																																																																																																															
37	350	340	310	265	245																																																																																																																																																																																																																															
38	370	350	330	280	260																																																																																																																																																																																																																															
39	380	370	340	300	280																																																																																																																																																																																																																															
40	400	380	350	310	295																																																																																																																																																																																																																															
41	410	400	370	330	310																																																																																																																																																																																																																															
42	425	415	390	345	325																																																																																																																																																																																																																															
43	440	430	400	360	340																																																																																																																																																																																																																															
44	460	450	420	380	360																																																																																																																																																																																																																															
45	470	460	430	395	375																																																																																																																																																																																																																															
46	490	480	450	410	390																																																																																																																																																																																																																															
47	500	495	465	430	410																																																																																																																																																																																																																															
48	520	510	480	445	430																																																																																																																																																																																																																															
49	540	525	500	460	445																																																																																																																																																																																																																															
50	550	540	515	480	460																																																																																																																																																																																																																															
51	570	560	530	500	480																																																																																																																																																																																																																															
52	580	570	550	515	500																																																																																																																																																																																																																															
53	600	590	565	530	520																																																																																																																																																																																																																															
54	Over 600	Over 600	580	550	530																																																																																																																																																																																																																															
55	Over 600	Over 600	600	570	550																																																																																																																																																																																																																															
COLUMNA EJE 7-C SEGUNDO NIVEL		REBOUND VALUE R	CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F <sub>c</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																	
SUPERFICIE:																																																																																																																																																																																																																																				
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA																																																																																																																																																																																																																																				
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021																																																																																																																																																																																																																																			
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS																																																																																																																																																																																																																																			
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO																																																																																																																																																																																																																																			
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339																																																																																																																																																																																																																																			
Nº	VALOR DE REBOTE																																																																																																																																																																																																																																			
1	25.0																																																																																																																																																																																																																																			
2	25.0																																																																																																																																																																																																																																			
3	25.0																																																																																																																																																																																																																																			
4	27.0																																																																																																																																																																																																																																			
5	27.0																																																																																																																																																																																																																																			
6	26.0																																																																																																																																																																																																																																			
7	27.0																																																																																																																																																																																																																																			
8	24.0																																																																																																																																																																																																																																			
9	27.0																																																																																																																																																																																																																																			
10	27.0																																																																																																																																																																																																																																			
PROMEDIO	26																																																																																																																																																																																																																																			
ANGULO DE IMPACTO :	0°																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION f <sub>c</sub> :	158 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
ERROR ESTANDAR DE f <sub>c</sub> : +/-	14 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION MIN. CON DS f <sub>c</sub> :	144 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			
CORRELACION MÁX. CON DS f <sub>c</sub> :	172 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																			



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP Nº 132464  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : \*ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021\*

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUAR.

PRUEBA Nº:	7	TABLA DE VALORACIÓN					
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		ESCLEROMETRO					
VIGA		IMPACT ANGLE $\alpha$					
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:		R	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$
VIGA EJE 1-1 ENTRE EJE A y B							
SEGUNDO NIVEL							
SUPERFICIE:							
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA							
FECHA	: 10 DE FEBRERO DE 2021						
EDAD DEL CONCRETO	: >28 DIAS						
TIPO DE ESCLEROMETRO	: ANALOGO						
MODELO / SERIE :	PC - 137 / 1339						
Nº	VALOR DE REBOTE						
1	29.0	20	125	115	110	125	135
2	29.0	21	135	126	120	135	145
3	29.0	22	145	135	130	145	155
4	30.0	23	160	145	140	160	170
5	30.0	24	170	160	150	170	180
6	28.0	25	180	170	160	180	190
7	29.0	26	198	165	158	198	208
8	30.0	27	210	200	165	210	220
9	31.0	28	220	210	180	220	230
10	31.0	29	238	220	190	238	248
		30	250	238	210	250	260
		31	260	250	220	260	270
		32	280	265	238	280	290
		33	290	280	250	290	300
		34	310	290	260	310	320
		35	320	310	280	320	330
		36	340	320	290	340	350
		37	350	330	310	350	360
		38	370	350	320	370	380
		39	380	370	340	380	390
		40	400	380	350	400	410
		41	410	400	370	410	420
		42	425	415	390	425	435
		43	440	430	400	440	450
		44	460	450	420	460	470
		45	470	460	430	470	480
		46	490	480	450	490	500
		47	500	495	465	500	510
		48	520	510	480	520	530
		49	540	525	500	540	550
		50	550	540	515	550	560
		51	570	560	530	570	580
		52	580	570	550	580	590
		53	600	590	565	600	610
		54	Over 600	Over 600	580	550	530
		55	Over 600	Over 600	600	570	550

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm<sup>2</sup>)



Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP N° 132464  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



### DETERMINACIÓN DEL INDICE DE REBOTE DEL CONCRETO CON ESCLEROMETRO (NTP 339.181)

Proyecto : "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE REFORZAMIENTO INCREMENTAL Y ARRIOSTRES  
CONCÉNTRICOS DEL COLEGIO EMBLEMÁTICO DE IE MARISCAL LUZURIAGA HUARAZ - 2021"

Solicitante : BACH. GUTIÉRREZ AYALA, KINDER JHONATAN Region : ANCASH  
Provincia : HUARAZ  
Muestra : CONCRETO ENDURECIDO VACIADO INSITU Distrito : HUARAZ  
Fecha : 10 DE FEBRERO DE 2021 Lugar : IE MARISCAL LUZURIAGA HUAR.

PRUEBA N°: 8		TABLA DE VALORACIÓN ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																			
IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA:		ESCLEROMETRO																																																																																																																																																																																																																																			
VIGA		IMPACT ANGLE $\alpha$																																																																																																																																																																																																																																			
LOCALIZACIÓN DE LA PRUEBA:																																																																																																																																																																																																																																					
VIGA EJE C-C ENTRE EJE 3 y 4 SEGUNDO NIVEL																																																																																																																																																																																																																																					
SUPERFICIE:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th><math>\alpha = -90^\circ</math></th> <th><math>\alpha = -45^\circ</math></th> <th><math>0^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 45^\circ</math></th> <th><math>\alpha = 90^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>125</td><td>115</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>135</td><td>125</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>145</td><td>135</td><td>110</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>160</td><td>145</td><td>120</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>170</td><td>160</td><td>130</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td>180</td><td>170</td><td>140</td><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td>198</td><td>185</td><td>158</td><td>115</td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td>210</td><td>200</td><td>165</td><td>130</td><td>105</td></tr> <tr><td>28</td><td>220</td><td>210</td><td>180</td><td>140</td><td>120</td></tr> <tr><td>29</td><td>238</td><td>220</td><td>190</td><td>150</td><td>138</td></tr> <tr><td>30</td><td>250</td><td>238</td><td>210</td><td>170</td><td>145</td></tr> <tr><td>31</td><td>260</td><td>250</td><td>220</td><td>180</td><td>160</td></tr> <tr><td>32</td><td>280</td><td>265</td><td>238</td><td>190</td><td>170</td></tr> <tr><td>33</td><td>290</td><td>280</td><td>250</td><td>210</td><td>190</td></tr> <tr><td>34</td><td>310</td><td>290</td><td>260</td><td>220</td><td>200</td></tr> <tr><td>35</td><td>320</td><td>310</td><td>280</td><td>238</td><td>218</td></tr> <tr><td>36</td><td>340</td><td>320</td><td>290</td><td>250</td><td>230</td></tr> <tr><td>37</td><td>350</td><td>340</td><td>310</td><td>265</td><td>245</td></tr> <tr><td>38</td><td>370</td><td>350</td><td>320</td><td>280</td><td>260</td></tr> <tr><td>39</td><td>380</td><td>370</td><td>340</td><td>300</td><td>280</td></tr> <tr><td>40</td><td>400</td><td>380</td><td>350</td><td>310</td><td>295</td></tr> <tr><td>41</td><td>410</td><td>400</td><td>370</td><td>330</td><td>310</td></tr> <tr><td>42</td><td>425</td><td>415</td><td>390</td><td>345</td><td>325</td></tr> <tr><td>43</td><td>440</td><td>430</td><td>400</td><td>360</td><td>340</td></tr> <tr><td>44</td><td>460</td><td>450</td><td>420</td><td>380</td><td>360</td></tr> <tr><td>45</td><td>470</td><td>460</td><td>430</td><td>395</td><td>375</td></tr> <tr><td>46</td><td>490</td><td>480</td><td>450</td><td>410</td><td>390</td></tr> <tr><td>47</td><td>500</td><td>495</td><td>465</td><td>430</td><td>410</td></tr> <tr><td>48</td><td>520</td><td>510</td><td>480</td><td>445</td><td>430</td></tr> <tr><td>49</td><td>540</td><td>525</td><td>500</td><td>460</td><td>445</td></tr> <tr><td>50</td><td>550</td><td>540</td><td>515</td><td>480</td><td>460</td></tr> <tr><td>51</td><td>570</td><td>560</td><td>530</td><td>500</td><td>480</td></tr> <tr><td>52</td><td>580</td><td>570</td><td>550</td><td>515</td><td>500</td></tr> <tr><td>53</td><td>600</td><td>590</td><td>565</td><td>530</td><td>520</td></tr> <tr><td>54</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>580</td><td>550</td><td>530</td></tr> <tr><td>55</td><td>Over 600</td><td>Over 600</td><td>600</td><td>570</td><td>550</td></tr> </tbody> </table>						R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = -45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	20	125	115				21	135	125				22	145	135	110			23	160	145	120			24	170	160	130			25	180	170	140	100		26	198	185	158	115		27	210	200	165	130	105	28	220	210	180	140	120	29	238	220	190	150	138	30	250	238	210	170	145	31	260	250	220	180	160	32	280	265	238	190	170	33	290	280	250	210	190	34	310	290	260	220	200	35	320	310	280	238	218	36	340	320	290	250	230	37	350	340	310	265	245	38	370	350	320	280	260	39	380	370	340	300	280	40	400	380	350	310	295	41	410	400	370	330	310	42	425	415	390	345	325	43	440	430	400	360	340	44	460	450	420	380	360	45	470	460	430	395	375	46	490	480	450	410	390	47	500	495	465	430	410	48	520	510	480	445	430	49	540	525	500	460	445	50	550	540	515	480	460	51	570	560	530	500	480	52	580	570	550	515	500	53	600	590	565	530	520	54	Over 600	Over 600	580	550	530	55	Over 600	Over 600	600	570	550
R	$\alpha = -90^\circ$	$\alpha = -45^\circ$	$0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 90^\circ$																																																																																																																																																																																																																																
20	125	115																																																																																																																																																																																																																																			
21	135	125																																																																																																																																																																																																																																			
22	145	135	110																																																																																																																																																																																																																																		
23	160	145	120																																																																																																																																																																																																																																		
24	170	160	130																																																																																																																																																																																																																																		
25	180	170	140	100																																																																																																																																																																																																																																	
26	198	185	158	115																																																																																																																																																																																																																																	
27	210	200	165	130	105																																																																																																																																																																																																																																
28	220	210	180	140	120																																																																																																																																																																																																																																
29	238	220	190	150	138																																																																																																																																																																																																																																
30	250	238	210	170	145																																																																																																																																																																																																																																
31	260	250	220	180	160																																																																																																																																																																																																																																
32	280	265	238	190	170																																																																																																																																																																																																																																
33	290	280	250	210	190																																																																																																																																																																																																																																
34	310	290	260	220	200																																																																																																																																																																																																																																
35	320	310	280	238	218																																																																																																																																																																																																																																
36	340	320	290	250	230																																																																																																																																																																																																																																
37	350	340	310	265	245																																																																																																																																																																																																																																
38	370	350	320	280	260																																																																																																																																																																																																																																
39	380	370	340	300	280																																																																																																																																																																																																																																
40	400	380	350	310	295																																																																																																																																																																																																																																
41	410	400	370	330	310																																																																																																																																																																																																																																
42	425	415	390	345	325																																																																																																																																																																																																																																
43	440	430	400	360	340																																																																																																																																																																																																																																
44	460	450	420	380	360																																																																																																																																																																																																																																
45	470	460	430	395	375																																																																																																																																																																																																																																
46	490	480	450	410	390																																																																																																																																																																																																																																
47	500	495	465	430	410																																																																																																																																																																																																																																
48	520	510	480	445	430																																																																																																																																																																																																																																
49	540	525	500	460	445																																																																																																																																																																																																																																
50	550	540	515	480	460																																																																																																																																																																																																																																
51	570	560	530	500	480																																																																																																																																																																																																																																
52	580	570	550	515	500																																																																																																																																																																																																																																
53	600	590	565	530	520																																																																																																																																																																																																																																
54	Over 600	Over 600	580	550	530																																																																																																																																																																																																																																
55	Over 600	Over 600	600	570	550																																																																																																																																																																																																																																
ACABADA Y PULIDA CON PIEDRA ABRASIVA																																																																																																																																																																																																																																					
FECHA : 10 DE FEBRERO DE 2021																																																																																																																																																																																																																																					
EDAD DEL CONCRETO : >28 DIAS																																																																																																																																																																																																																																					
TIPO DE ESCLEROMETRO : ANALOGO																																																																																																																																																																																																																																					
MODELO / SERIE : PC - 137 / 1339																																																																																																																																																																																																																																					
N°	VALOR DE REBOTE																																																																																																																																																																																																																																				
1	28.0																																																																																																																																																																																																																																				
2	28.0																																																																																																																																																																																																																																				
3	28.0																																																																																																																																																																																																																																				
4	29.0																																																																																																																																																																																																																																				
5	29.0																																																																																																																																																																																																																																				
6	27.0																																																																																																																																																																																																																																				
7	28.0																																																																																																																																																																																																																																				
8	29.0																																																																																																																																																																																																																																				
9	30.0																																																																																																																																																																																																																																				
10	30.0																																																																																																																																																																																																																																				
PROMEDIO	29																																																																																																																																																																																																																																				
ANGULO DE IMPACTO :	0°																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION $f_c$ :	190 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
ERROR ESTANDAR DE $f_c$ : +/-	13 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION MIN. CON DS $f_c$ :	177 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				
CORRELACION MÁX. CON DS $f_c$ :	203 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																				

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## VISTAS FOTOGRÁFICAS



**IMAGEN 01:** Vistas de mediciones de distancias entre columnas.



**IMAGEN 02:** Vistas de puntos para ensayos de Diamantina y Esclerómetro.



**IMAGEN 03:** Vistas de mediciones de vigas y puertas en primer nivel.



**IMAGEN 04:** Vistas de mediciones de ventanas y vigas en segundo nivel.



**IMAGEN 05:** Vistas de puntos para ensayos de Diamantina y Esclerómetro en columnas y vigas.



**IMAGEN 06:** Vistas de mediciones de ventanas de primer nivel.



**IMAGEN 07:** Vistas de puntos para ensayos de Diamantina y Esclerómetro en columnas y vigas.



**IMAGEN 08:** Vistas de mediciones de vías peraltadas y alero.



**IMAGEN 09:** Vistas de mediciones de peralte de vigas y vista lateral de modulo.



**IMAGEN 10:** Vistas de mediciones de vigas peraltadas.



**IMAGEN 11:** Vistas interiores de vigas y columnas de las aulas.



**IMAGEN 12:** Vistas interiores de vigas y columnas de las aulas.



**IMAGEN 13:** Vistas de puntos para ensayos de Diamantina y Esclerómetro en columnas y vigas.



**IMAGEN 14:** Vistas de vigas interiores y mediciones de alero en segundo nivel.

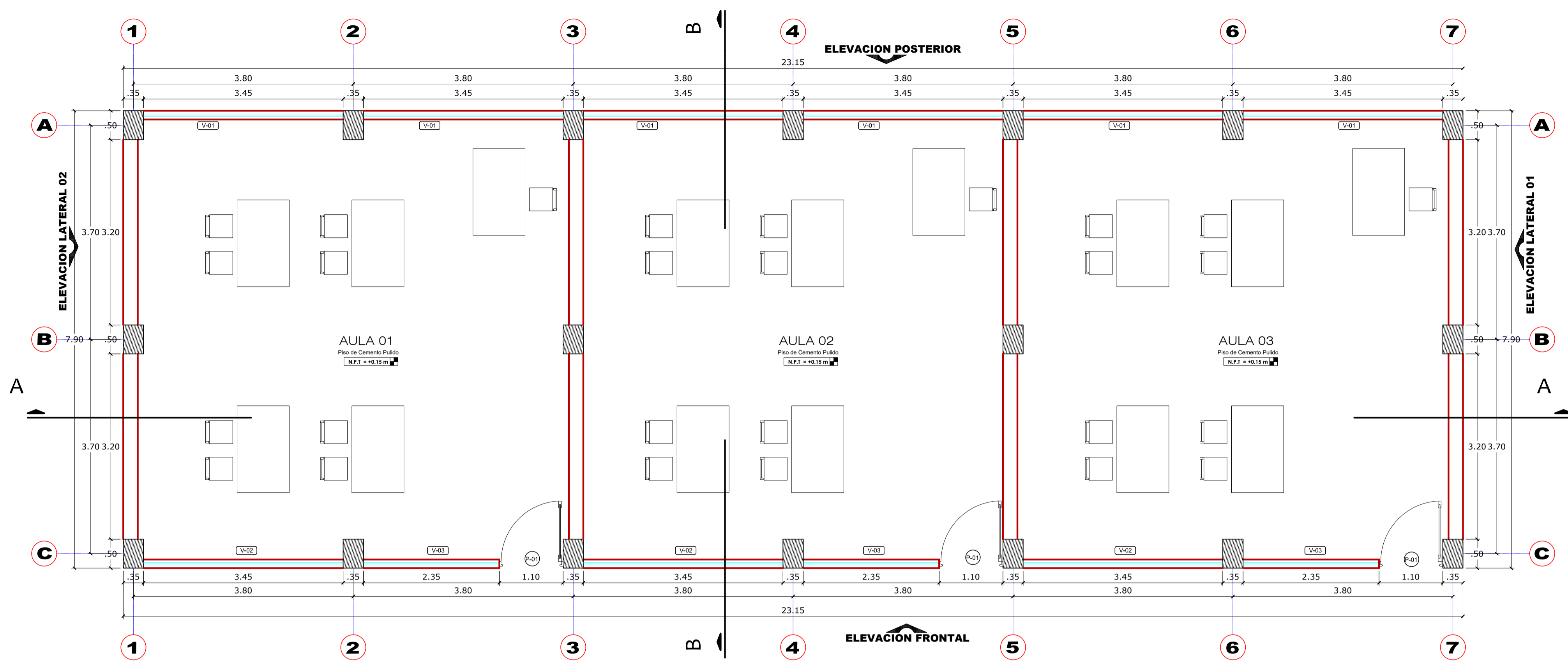


**MAGEN 15:** Vistas de mediciones de vigas peraltadas longitudinales y trasversales en segundo nivel.

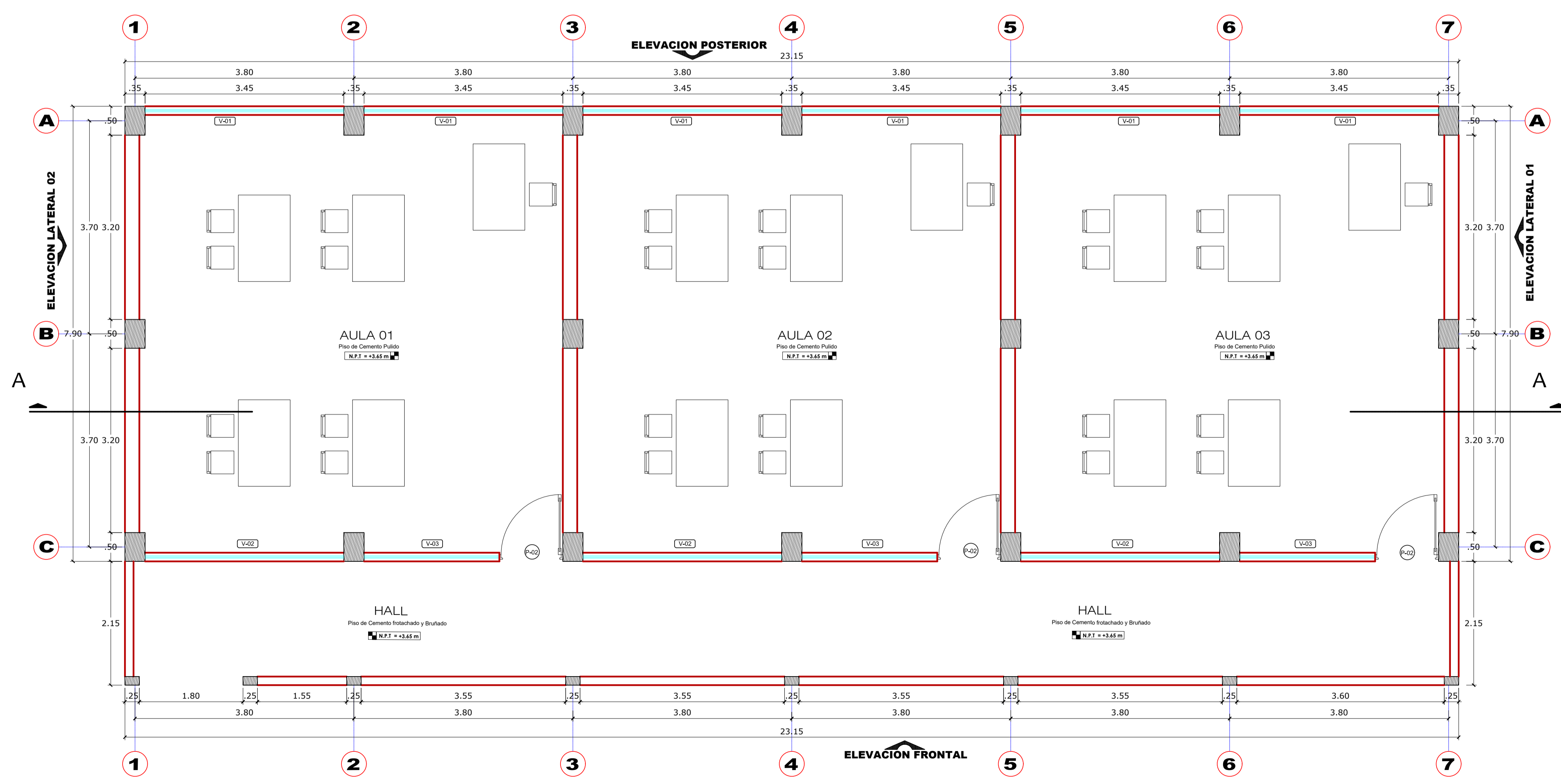




**PLANOS DE I.E. MARISCAL LUZURIAGA**



**PLANTA - PRIMER NIVEL**  
ESC: 1/50



**PLANTA - SEGUNDO NIVEL**  
ESC: 1/50

**CUADRO DE VANOS DE VENTANAS - 1ER PISO**

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.80	1.25	tipo temple
V2	3.45	1.05	2.00	tipo temple
V3	2.35	1.05	2.00	tipo temple

**CUADRO DE VANOS DE VENTANAS - 2DO PISO**

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.30	1.25	tipo temple
V2	3.45	0.60	1.95	tipo temple
V3	2.35	0.60	1.95	tipo temple

**CUADRO DE VANOS DE PUERTAS - 1ER. PISO**

	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P1	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

**CUADRO DE VANOS DE PUERTAS - 2DO. PISO**

	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P2	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

**CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

**COEFICIENTES SISMICOS / NORMA E-030**  
 C = 0.35 FACTOR DE ZONA DE DISTRIBUCION ZONA 1  
 C = 2.50 (U) + 0.35 FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA  
 S = 0.05 PARAMETRO DE SUELO TIPO III INTERMEDIO  
 T<sub>0</sub> = 0.4 PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL SISMO  
 P<sub>0</sub> = 0.5 COEFICIENTE DE REDUCCION SISTEMA AMORTIGUADO

**CARGAS DE DISEÑO / NORMA E-020**  
 ALBAÑILERIA 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 400 KG/M<sup>2</sup> PASAJEROS  
 ACEROS 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 200 KG/M<sup>2</sup> PASAJEROS  
 CONCRETO 2000 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 400 KG/M<sup>2</sup> ESCALERAS  
 ALBAÑILERIA 200 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 300 KG/M<sup>2</sup> PASAJEROS  
 CONCRETO 2000 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 400 KG/M<sup>2</sup> ESCALERAS  
 ALBAÑILERIA 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 300 KG/M<sup>2</sup> PASAJEROS  
 CONCRETO 2000 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA 400 KG/M<sup>2</sup> ESCALERAS

**CONCRETO ARMADO / NORMA E-060**  
 COLUMNAR: 1:1.50 (CEMENTO HORMIGON) + 20% PIEDRA GRANDE  
 CONCRETO CORRIDO: 1:1.50 (CEMENTO HORMIGON) + 20% PIEDRA MEDIANA  
 SOBRECARGADO REFORZADO: FULVITA 40/20

**ACERO**  
 ACERO CORRUGADO DE REFORZO FV-4200 40/20

**REQUISITOS**  
 VIGAS 14.0 CM  
 COLUMNAS 14.0 CM  
 VIGAS DE ORIENTACION 17.0 CM  
 GYRATA 14.0 CM  
 LOSA ALBAÑILERIA 8.0 CM  
 RESISTENCIA REQUERIDA  
 f<sub>c</sub> = 14.0 MPa 12.0 MPa  
 f<sub>y</sub> = 420 MPa 420 MPa

**CEMENTACION Y SUELOS / NORMA E-050**  
 CAPACIDAD PORTANTE: 1.20 KG/CM<sup>2</sup>  
 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (ZAPATA): 1.50 m

**ALBAÑILERIA NORMA E-070**  
 MARMOL DE MEDIDA TIPO IV: 10.0 X 20.0 X 0.8  
 MARMOL: 1:4 (CEMENTO / ARENA)  
 FV = 45 KG/CM<sup>2</sup>  
 FV = 130 KG/CM<sup>2</sup> / MARMOL  
 MARMOL: 10 MM ARMADO / 15 MM ARMADO

**TRASLAPES Y EMPALMES**

Ø	LOSAS Y VIGAS (cm)	COLUM (cm)	LOSAS Y VIGAS	COLUMNAS	ESTRIBOS
6 mm	30	-			
8 mm	40	30			
10 mm	50	40			
12 mm	60	50			
14 mm	70	60			
16 mm	80	70			

NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFORZO EN EL SUPERIOR (NEGATIVO) EN TERCERO CENTRAL NI SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA O ARPOYO.

LOS EMPALMES L SUPERIOR (POSITIVO) SE UBICARAN EN EL TERCERO CENTRAL NI SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA O ARPOYO.

Ø	L	R <sub>max</sub>
1/4"	10 cm	1.5 cm
3/8"	15 cm	2.0 cm

**CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS**

Ø	G (cm)	NOTA:
1/4"	15	EL ACERO DE REFORZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSAS DE ORIENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALZARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.
3/8"	20	
1/2"	25	
5/8"	35	
3/4"	45	

**UCV** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

PROYECTO: "Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021"

PROPIEDAD: - - -

PLANO: PLANTA ARQUITECTURA 1ER. Y 2DO NIVEL

PROYECTO: J.G.A. DISEÑO: J.G.A. ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO / 2021

Hoja: A-01

Región: ANCASH  
 Provincia: HUARAZ  
 Distrito: HUARAZ  
 CC.PP: -

CUADRO DE VANOS VENTANAS - 1ER PISO				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.80	1.25	tipo temple
V2	3.45	1.05	2.00	tipo temple
V3	2.35	1.05	2.00	tipo temple

CUADRO DE VANOS VENTANAS - 2DO PISO				
VANO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.30	1.25	tipo temple
V2	3.45	0.60	1.95	tipo temple
V3	2.35	0.60	1.95	tipo temple

CUADRO DE VANOS DE PUERTAS - 1ER. PISO				
Puerta	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P1	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

CUADRO DE VANOS DE PUERTAS - 2DO. PISO				
Puerta	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P2	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

**CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

**COEFICIENTES SISMICOS / NORMA E-030**  
 S = 0.35 FACTOR DE ZONA 2 ZONIFICACION ZONA 1  
 I = 1.10 CATEGORIA DE LA ESTRUCTURA - ESTRUCTURA FRONTAL-CENTRO EDUCATIVO  
 C = 2.50 FACTOR DE IMPORTACION SISMICA  
 S = 1.00 PARAMETRO DEL SUELO - SUELO INTERMEDIO  
 R = 8.00 PERIODO QUE OBTIENE LA PARABOLA DEL ESPECTRO  
 R<sub>u</sub> = 3.0 COEFICIENTE DE REDUCCION SISTEMA ALMAJALADA  
 R<sub>u</sub> = 2.0 COEFICIENTE DE REDUCCION SISTEMA ARMADO

**CARGAS DE DISEÑO / NORMA E-020**  
 ALBAÑILERIA: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 400 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS  
 AJORNADOS: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 250 KG/M<sup>2</sup> BALAJE  
 CONCRETO: 2400 KG/M<sup>3</sup> SOBRECARGA: 400 KG/M<sup>2</sup> DEBIDO A  
 ALBAÑILERIA: 2300 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 100 KG/M<sup>2</sup> DEBIDO A  
 SOBRECARGA: 200 KG/M<sup>2</sup> DEBIDO A PASADIZOS

**CONCRETO ARMADO / NORMA E-060**  
 COLUMNAS, VIGAS, LOSA ALBAÑILERIA, ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION: Fc=170 Kg/cm<sup>2</sup>  
 CONCRETO COMERCIAL: 1:3 (CEMENTO-HORMIGON) - 20% RESINA GRUESA  
 SOBRECARGA COMERCIAL: 1:3 (CEMENTO-HORMIGON) - 20% RESINA MEDIANA  
 SOBRECARGA REFORZADO: Fc=175 Kg/cm<sup>2</sup>

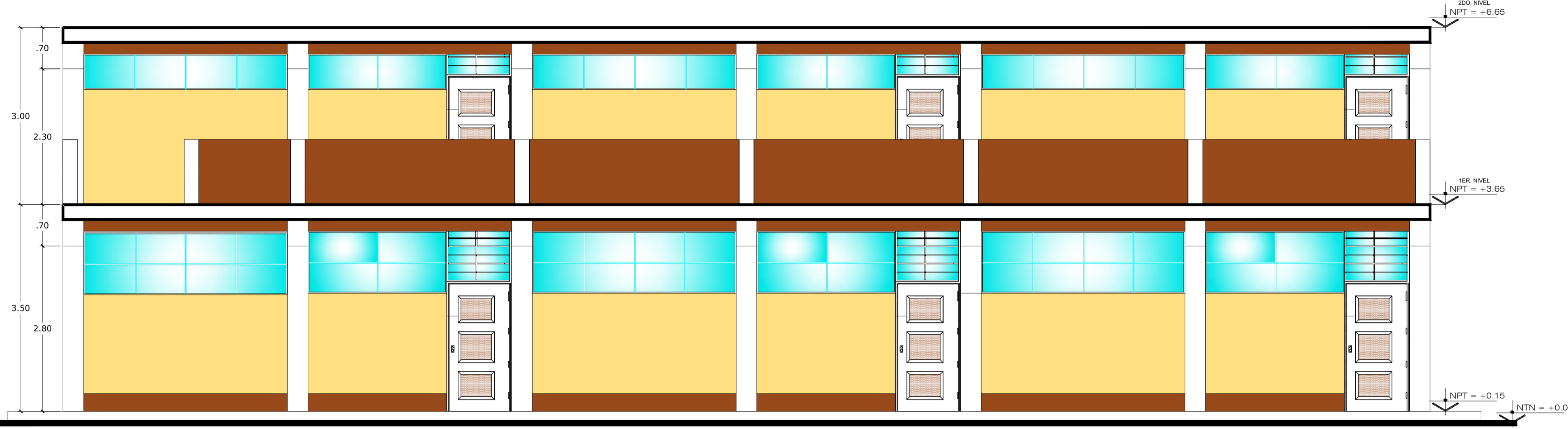
**ACERO**  
 ACERO CORRUGADO DE REFORZO: Fy= 4000 KG/CM<sup>2</sup>

**RECURRIMIENTOS**  
 VIGAS: 4.0 CM  
 COLUMNAS: 4.0 CM  
 VIGAS DE CIMENTACION: 7.0 CM  
 ZAPATAS: 7.5 CM  
 LOSA ALBAÑILERIA: 3.0 CM

**RESISTENCIA REQUERIDA**  
 F<sub>c</sub> = 170 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>y</sub> = 4000 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>u</sub> = 57000 KG/CM<sup>2</sup>

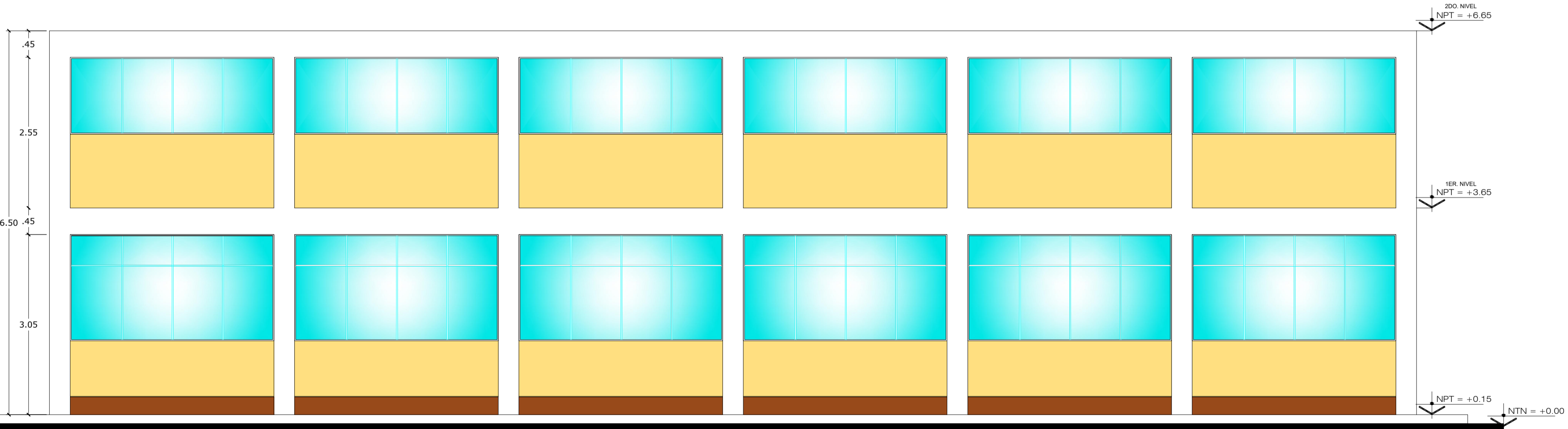
**CIMENTACION Y SUELOS/ NORMA E-050**  
 CANTONADA PORTANTE: 1.20 KG/CM<sup>2</sup>  
 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION ZAPATAS: 1.50 m

**ALBAÑILERIA NORMA E-070**  
 ALBAÑILERIA DE ARCADEA TIPO IV: 1/3 X 23 X 98  
 MORTERO: 1:4 (CEMENTO: ARENA)  
 F<sub>u</sub> = 45 KG/CM<sup>2</sup>  
 F<sub>u</sub> = 120 KG/CM<sup>2</sup> - MORTERO  
 SUELOS: 10 KG/CM<sup>2</sup> - MORTERO / 15 KG/CM<sup>2</sup>



**Elevación Frontal**

ESC: 1/50



**Elevación Posterior**

ESC: 1/50

TRASLAPES Y EMPALMES			ESTRIBOS						
Ø	LOSAS VIGAS (mm)	COLUMNAS (mm)							
6 mm	30	-							
8 mm	40	30							
9.8"	50	40							
1.2"	50	40							
5.8"	60	50							
3.4"	70	60							
1"	120	90	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>L</th> <th>Rmax</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>15 cm</td> <td>2.0 cm</td> </tr> </tbody> </table>	Ø	L	Rmax	3/8"	15 cm	2.0 cm
Ø	L	Rmax							
3/8"	15 cm	2.0 cm							

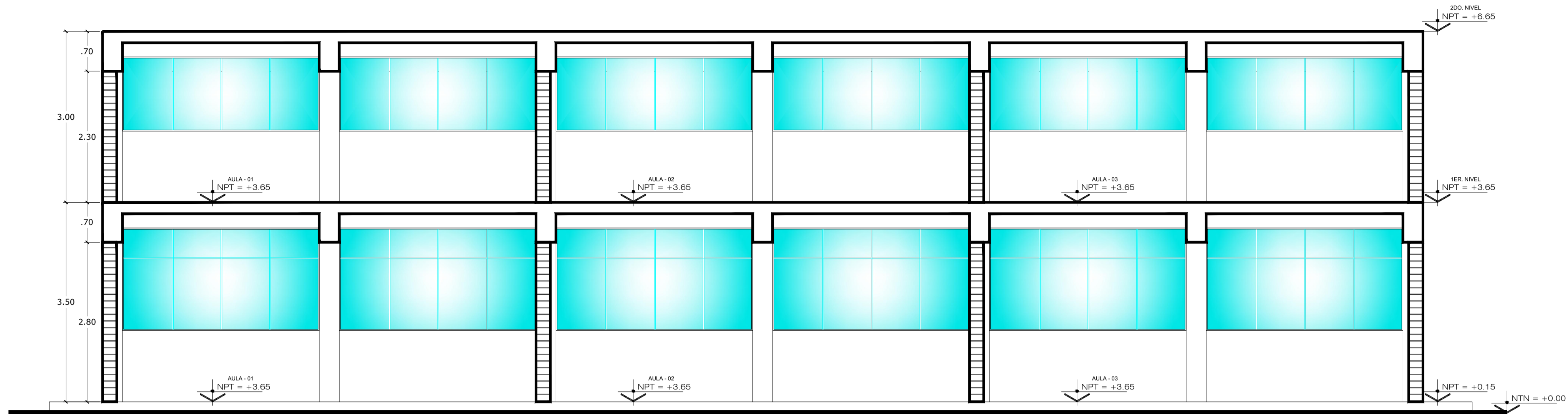
NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFORZO EN EL SUPERIOR (NEGATIVO) EN TUBOS CENTRAL DE LA LOSA. G. NO SE EMPALMARAN MAS DE UNO DE LA VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA. G. APOYO.

LOS EMPALMES L DEBERAN UBICARSE EN EL TUBO CENTRAL DE LA LOSA. G. NO SE EMPALMARAN MAS DE UNO DE LA VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA. G. APOYO.

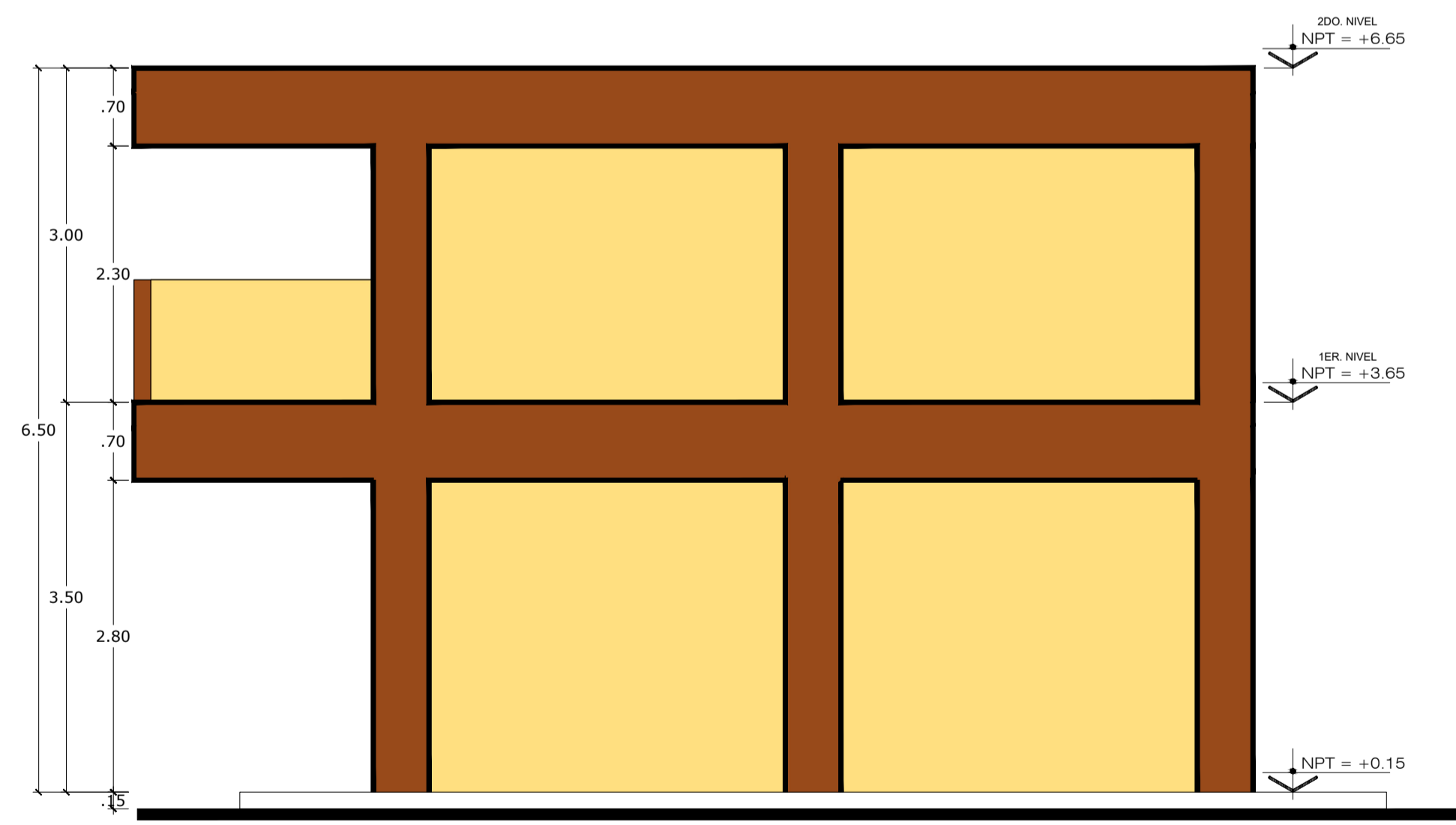
CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS	
a	G (cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

NOTA:  
 EL ACERO DE REFORZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

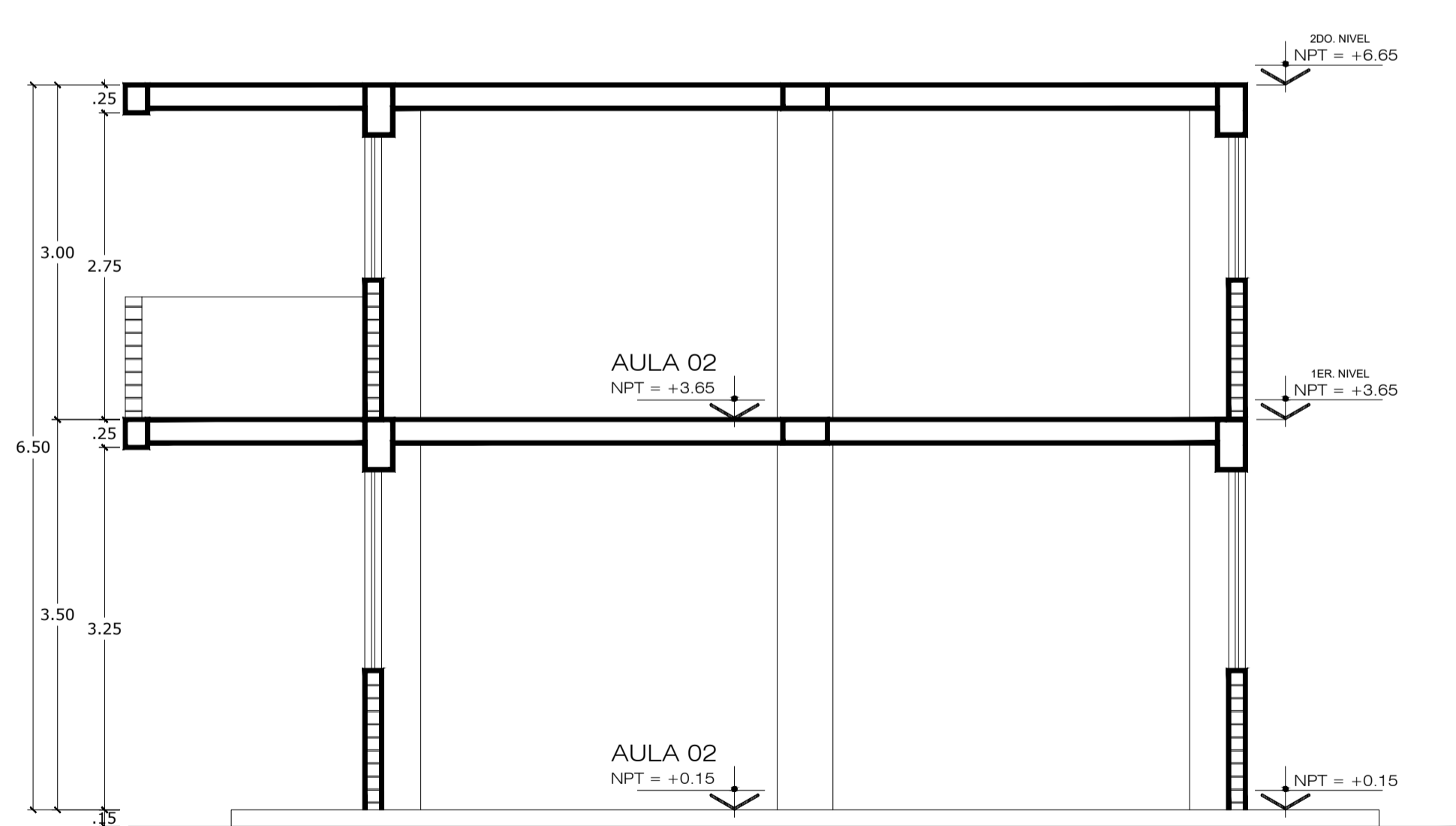
	<b>INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA</b>	
	PROYECTO: "Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021"	
PREPARADO:	LUBIA:	
PLANEO:	<b>ELEVACION FRONTAL Y POSTERIOR</b>	
FECHA:	TITULO:	ESCALA:
J.G.A.	J.G.A.	INDICADA
MARZO / 2021	<b>A-02</b>	



**CORTE A-A**  
ESC: 1/50



**LATERAL I-D**  
ESC: 1/50



**Corte B - B**  
ESC: 1/50

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.80	1.25	tipo temple
V2	3.45	1.05	2.00	tipo temple
V3	2.35	1.05	2.00	tipo temple

	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	3.45	1.30	1.25	tipo temple
V2	3.45	0.60	1.95	tipo temple
V3	2.35	0.60	1.95	tipo temple

	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P1	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

	ANCHO	ALTO	TIPO	CANT.
P2	1.10	2.10	PUERTA DOBLE HOJA	3.00

**CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

**COEFICIENTES SISMICOS / NORMA E-030**  
 S = 0.50 FACTOR DE ZONA O DIVERSIFICACION ZONA 3  
 S<sub>1</sub> = 1.15 CATEGORIA DE LA INSERCIÓN: INSERCIÓN ESCUELA-CENTRO EDUCATIVO  
 S<sub>2</sub> = 1.50 CATEGORIA DE LA INSERCIÓN: INSERCIÓN ESCUELA-CENTRO EDUCATIVO  
 S<sub>3</sub> = 1.00 PARAMETROS DEL SUELO: SUELO INTERMEDIO  
 S<sub>4</sub> = 1.25 PERIODO QUE DEPENDE DE LA PLACENTA DEL SUELO  
 R<sub>0</sub> = 1.0 COEFICIENTE DE REDUCCION SISTEMA ALARMADO  
 R<sub>1</sub> = 1.0 COEFICIENTE DE REDUCCION SISTEMA ANTIFUEGO

**CARGAS DE DISEÑO / NORMA E-020**  
 ALARMADO: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 100 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS  
 ALARMADO: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 250 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS  
 ALARMADO: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 250 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS  
 ALARMADO: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 250 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS  
 ALARMADO: 100 KG/M<sup>2</sup> SOBRECARGA: 250 KG/M<sup>2</sup> PASADIZOS

**CONCRETO ARMADO / NORMA E-060**  
 COLUMNAS: VIGAS: LOSAS: ALARMADO, ZANJAS, VIGAS DE CIMENTACION: Fc=170 kg/cm<sup>2</sup>  
 CONCRETO COMISIVO: 1:1.50 (CEMENTO:ARENA) 30% PIEDRA GRANDE  
 SOBRECARGA COMISIVO: 1.8 (CEMENTO:ARENA:AGUA) 25% PIEDRA MEDIANA  
 SOBRECARGA REFORZADO: Fc=170 kg/cm<sup>2</sup>

**ACERO**  
 ACERO CORRUGADO DE REFORZO: Fy= 4300 kg/cm<sup>2</sup>

**RECUBRIMIENTOS**  
 VIGAS: 4.0 CM  
 COLUMNAS: 4.0 CM  
 VIGAS DE CIMENTACION: 7.0 CM  
 ZANJAS: 7.5 CM  
 LOSA ALARMADA: 3.0 CM

**RESISTENCIA REQUERIDA**  
 S<sub>1</sub> = 1.50 CM<sup>2</sup>/CM  
 S<sub>2</sub> = 1.50 CM<sup>2</sup>/CM  
 S<sub>3</sub> = 1.50 CM<sup>2</sup>/CM

**CIMENTACION Y SUELOS/ NORMA E-050**  
 CIMENTACION HORIZONTE: 1.20 M<sup>2</sup>  
 PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (SAPATA): 1.50 m

**ALBAÑILERIA NORMA E-070**  
 LADRILLO DE ANCHURA TIPO IV 13 X 21 X 9 CM  
 MORTERO: 1:4 (CEMENTO: ARENA)  
 Fy = 40 KG/CM<sup>2</sup>  
 Fc = 100 KG/CM<sup>2</sup> MORTERO  
 ZANJAS: 10 MM PUNTO 2 23 MM ANCHO

Ø	LOSAS VIGAS (mm)	COLUM VIGAS (cm)	LOSAS Y VIGAS	COLUMNAS	ESTRIBOS
6 mm	30	-			
8 mm	40	30			
10"	50	40			
5/8"	60	50			
3/4"	70	60			
1"	120	90	NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFORZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN TERCIO CENTRAL DE LA LOSA O VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO.	LOS EMPALMES L SUPERIOR (NEGATIVO) EN TERCIO CENTRAL NO SE EMPALMARAN MAS DEL 50% DE LA ARMADURA EN UNA MISMA SECCION.	6" L 10 mm 3/8" L 15 mm 2.00 cm

a	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

NOTA:  
 EL ACERO DE REFORZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALJAZARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

**UCV**  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

PROYECTO: "Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021"

PROFESORADO: - - -

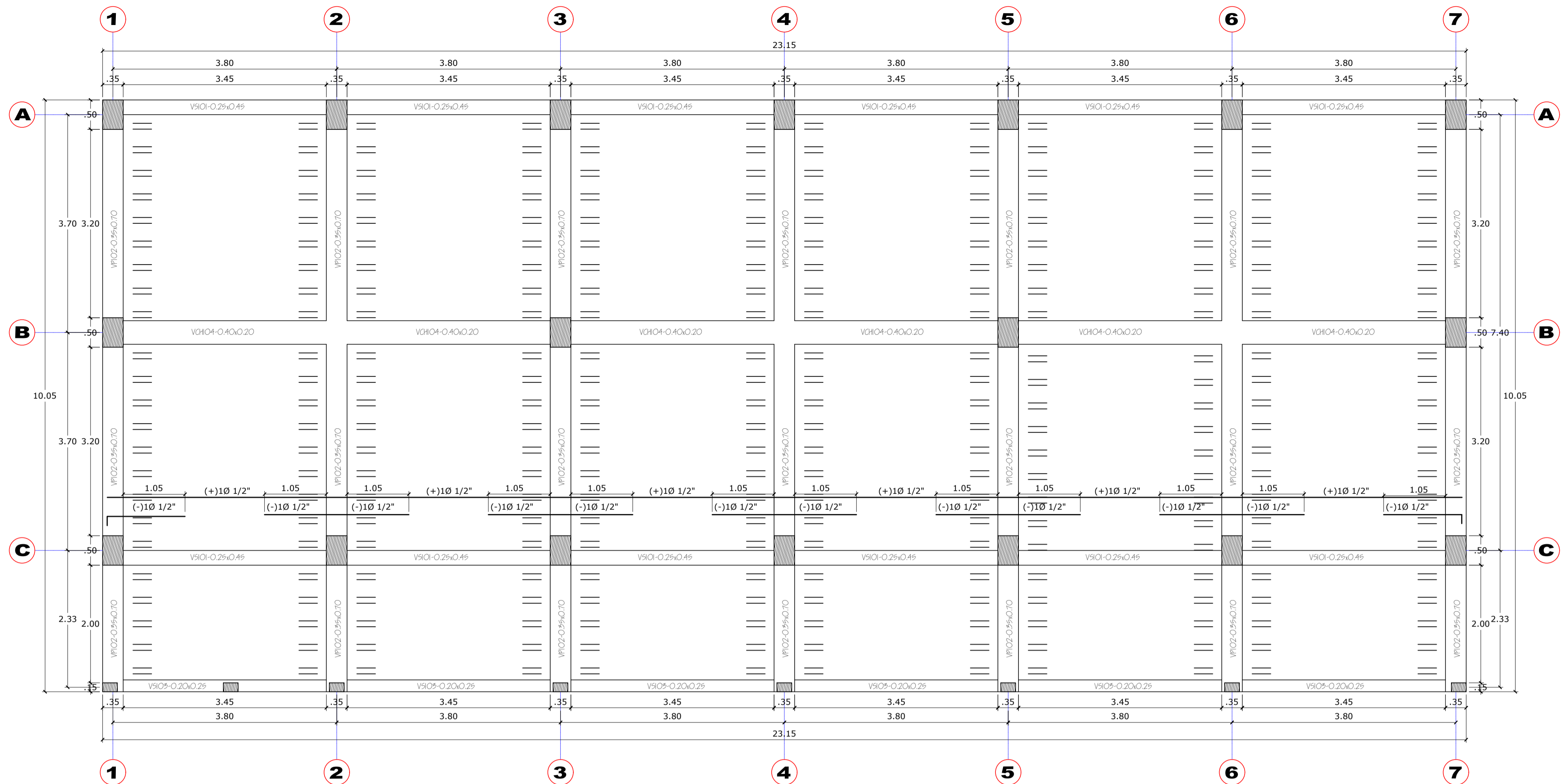
ALUMNO: - - -

FECHA: J.G.A. / J.G.A. / INDICADA

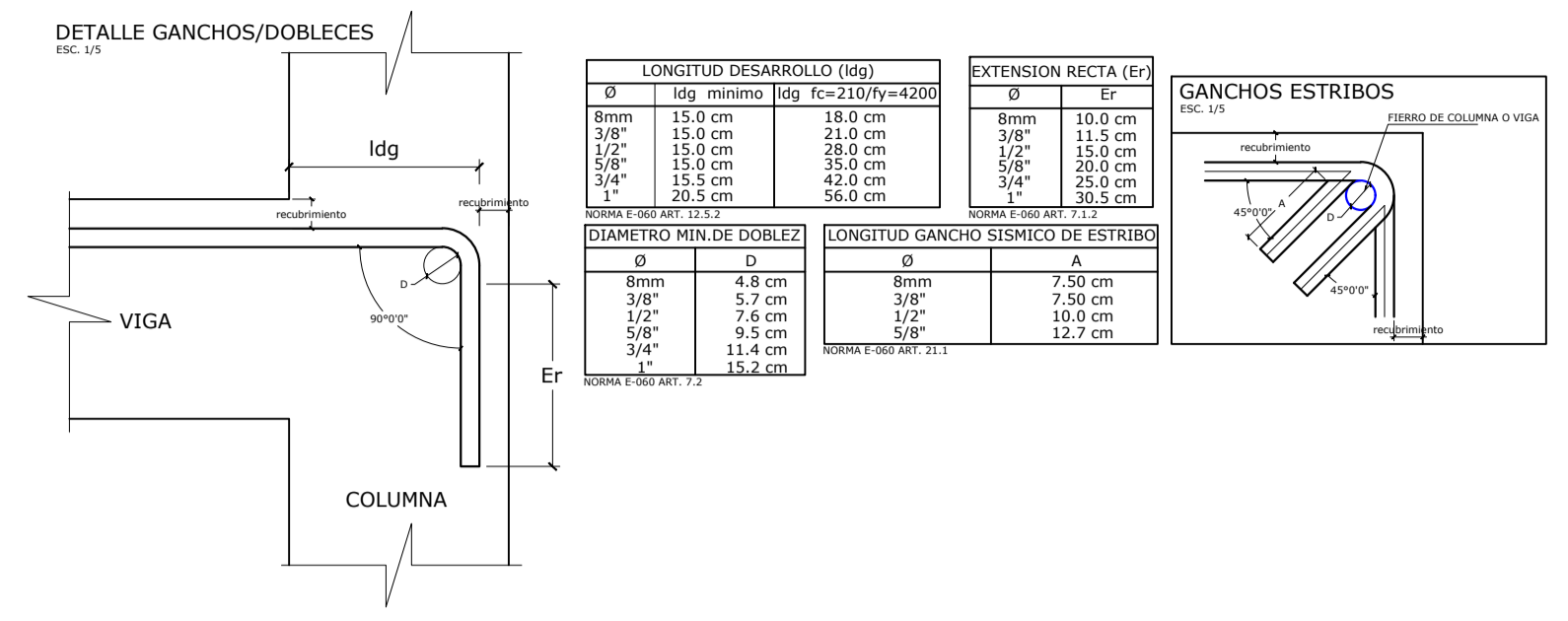
FECHA: MARZO / 2021

**A-03**

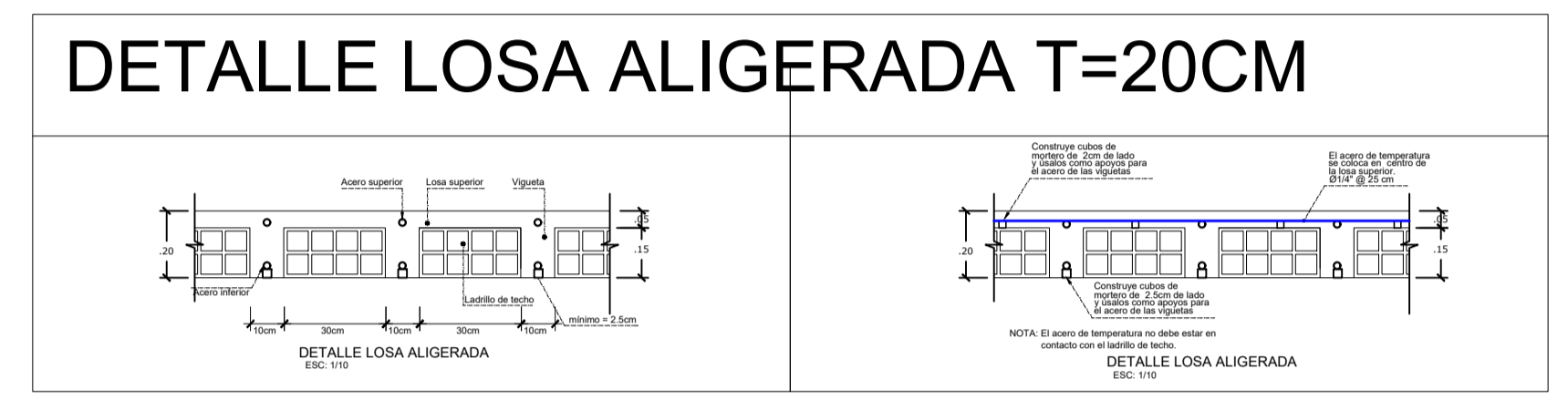
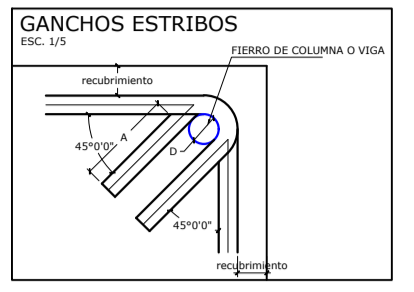
VISTA LATERAL I - D, CORTE A-A Y CORTE B-B



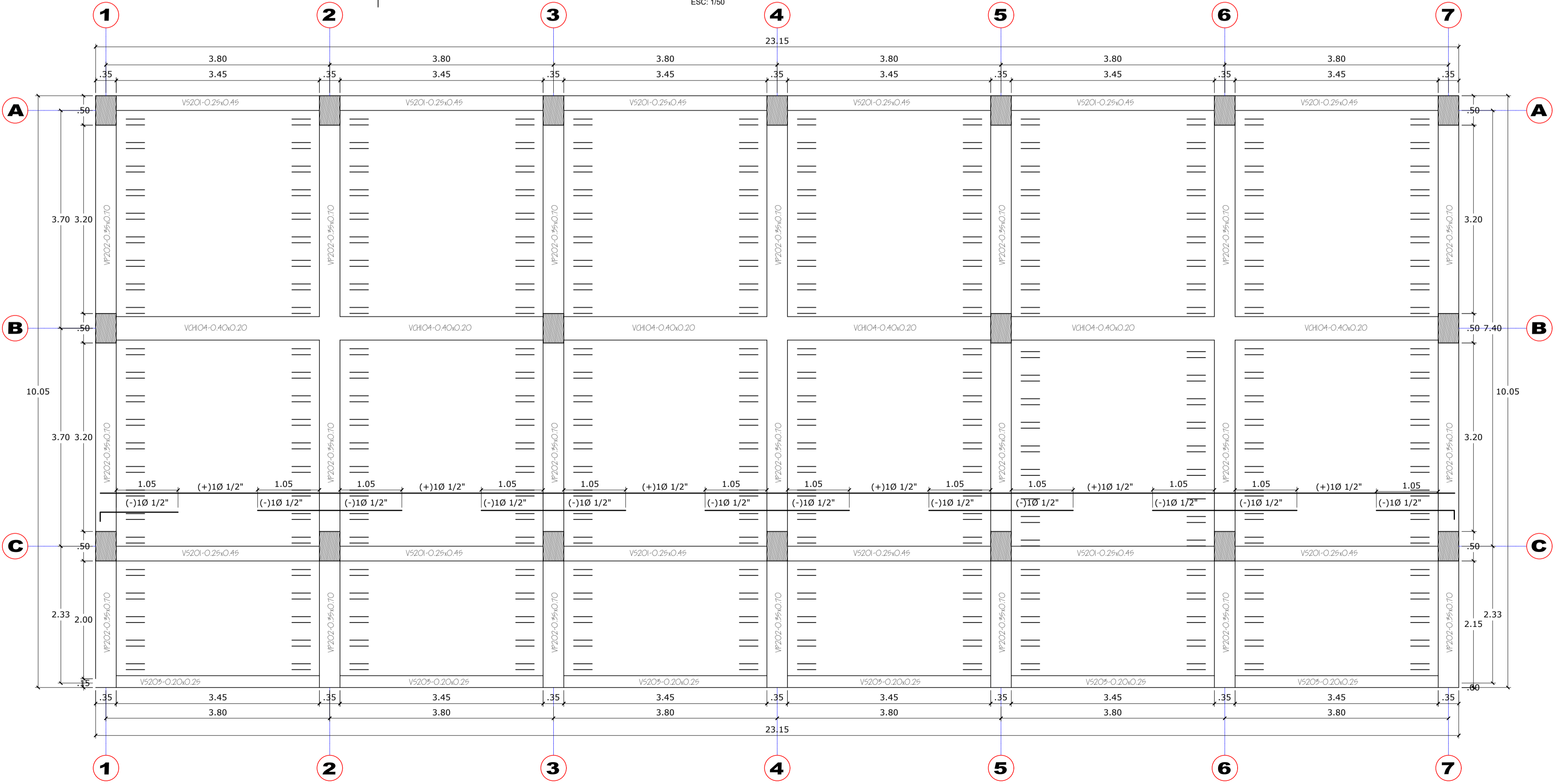
**PLANO DE LOSA ALIGERADO - PRIMER NIVEL**  
ESC: 1/50



LONGITUD DESARROLLO (ldg)			EXTENSION RECTA (Er)		
Ø	ldg mínimo	ldg f <sub>c</sub> =210/γ <sub>y</sub> +4200	Ø	Er	Ø
8mm	15.0 cm	18.0 cm	8mm	10.0 cm	8mm
3/8"	15.0 cm	21.0 cm	3/8"	11.5 cm	3/8"
1/2"	15.0 cm	24.0 cm	1/2"	13.0 cm	1/2"
5/8"	15.0 cm	27.0 cm	5/8"	15.0 cm	5/8"
3/4"	15.0 cm	30.0 cm	3/4"	17.0 cm	3/4"
1"	15.0 cm	33.0 cm	1"	19.0 cm	1"
1 1/4"	15.0 cm	36.0 cm	1 1/4"	21.0 cm	1 1/4"
1 1/2"	15.0 cm	39.0 cm	1 1/2"	23.0 cm	1 1/2"
2"	15.0 cm	42.0 cm	2"	25.0 cm	2"
2 1/2"	15.0 cm	45.0 cm	2 1/2"	27.0 cm	2 1/2"
3"	15.0 cm	48.0 cm	3"	29.0 cm	3"
3 1/2"	15.0 cm	51.0 cm	3 1/2"	31.0 cm	3 1/2"
4"	15.0 cm	54.0 cm	4"	33.0 cm	4"



CUADRO DE COLUMNAS				
TIPO	CANT.	VARRILLAS	SECCION	ESTRIBOS
C-1	18	Ø 3/4" + 2 Ø 3/8"		Ø 3/8" 1 Ø 0.05 m, 9 Ø 0.08 Ø 0.15, Rto Ø 0.25 m. A.E.
CL-1	97	Ø 3/4"		Ø 1/4" 1 Ø 0.05 m, 9 Ø 0.08 Ø 0.15, Rto Ø 0.25 m. A.E.



**PLANO DE LOSA ALIGERADO - SEGUNDO NIVEL**  
ESC: 1/50

CUADRO DE VIGAS				
TIPO	VARRILLAS	SECCION	ESTRIBOS	
VS-101 VS-201	Ø 7 Ø 5/8"		Ø 3/8" 1 Ø 0.05 m, 10 Ø 0.10, Rto Ø 0.25 m. A.E.	
VP-102 VP-202	Ø 8 Ø 5/8"		Ø 3/8" 1 Ø 0.05 m, 10 Ø 0.10, Rto Ø 0.25 m. A.E.	
VCH-104 VCH-204	6 Ø 1/2"		Ø 3/8" 1 Ø 0.05 m, Rto Ø 0.15 m. A.E.	
VS-105 VS-205	4 Ø 1/2"		Ø 3/8" 1 Ø 0.05 m, Rto Ø 0.15 m. A.E.	

TRASLAPES Y EMPALMES				ESTRIBOS		
Ø LOSAS VIGAS (cm)	COLUM (cm)	LOSAS Y VIGAS	COLUMNAS	Ø	L	RUBAN
6 mm	30			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm
8 mm	40			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm
1/2"	50			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm
5/8"	60			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm
3/4"	70			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm
1"	80			Ø 3/8"	10 cm	1.5 cm

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

PROYECTO:

PROFESOR:

ESTUDIANTE:

FECHA:

**"Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021"**

PLANO:

**LOSA ALIGERADA 1ER. Y 2DO NIVEL**

FECHA:

**E-01**

ESCALA:

PROYECTO:

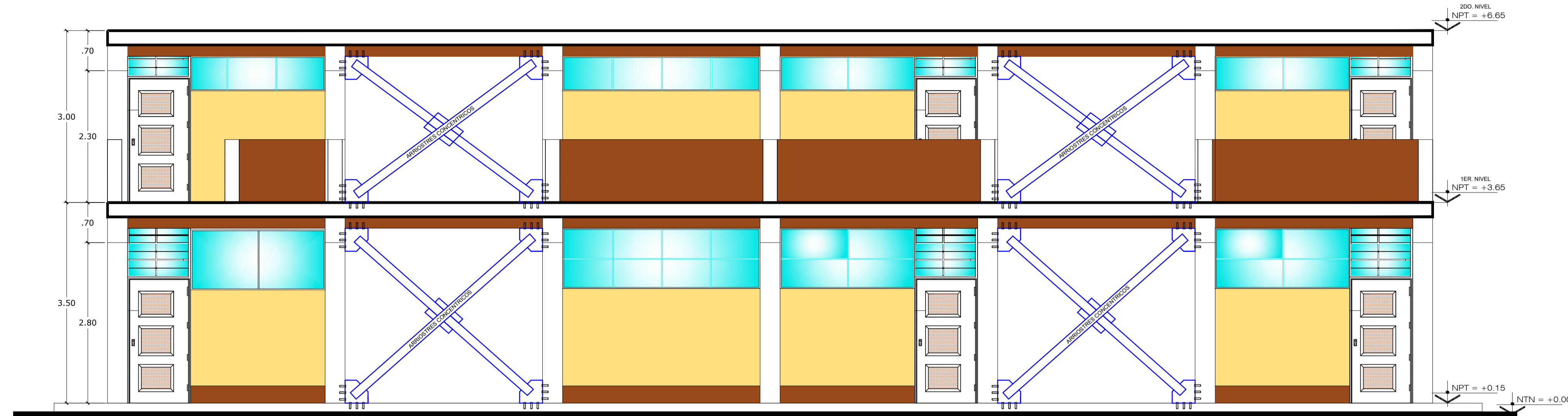
FECHA:

PROYECTO:

FECHA:

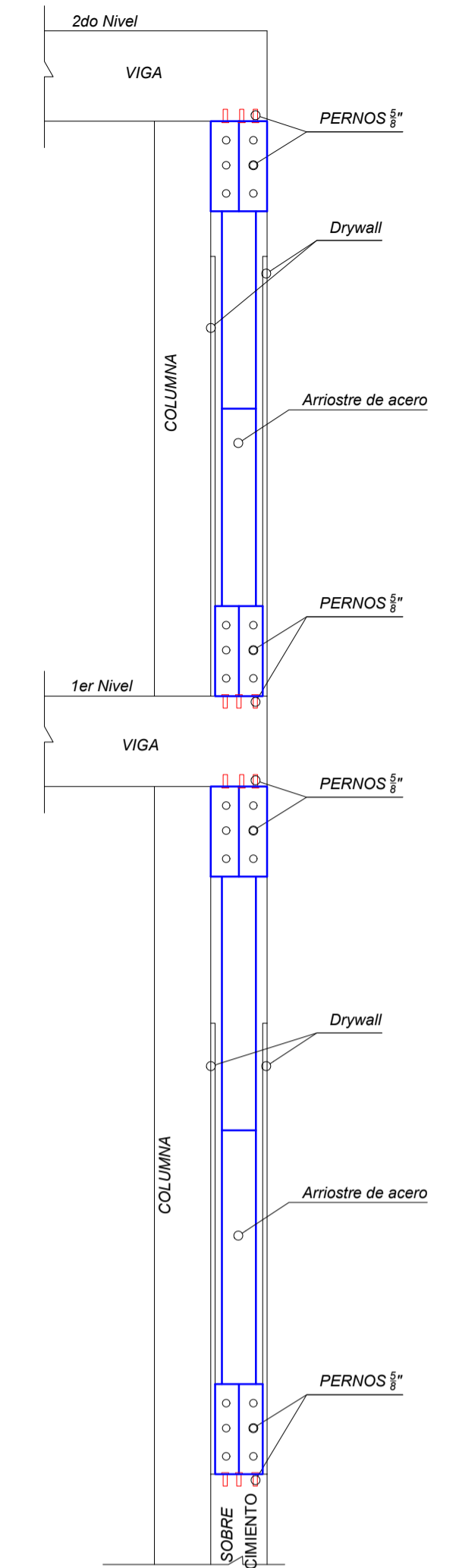
INDICADA

MARZO | 2021

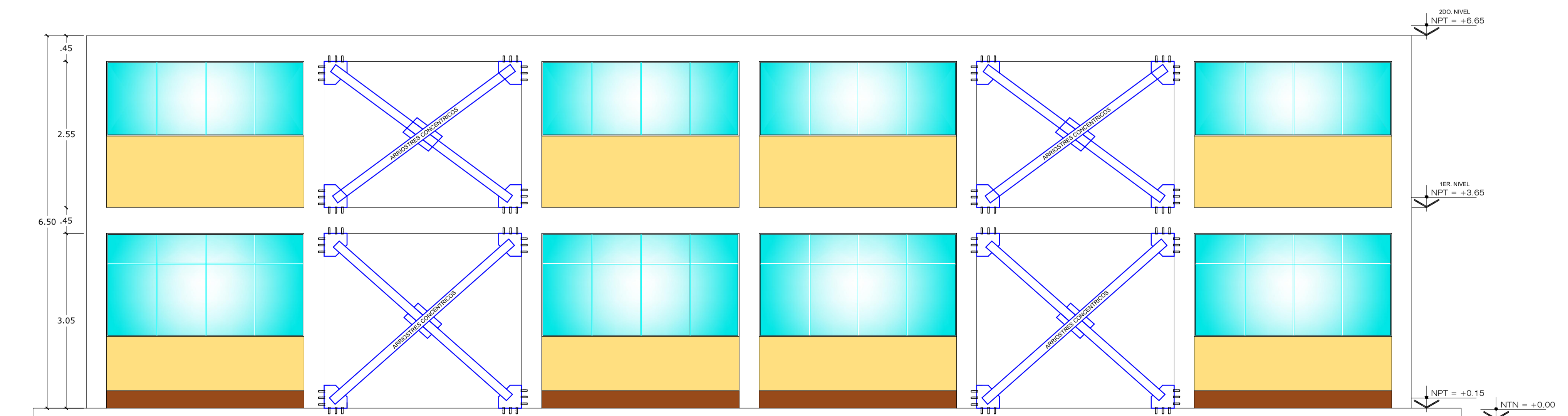


**Reforzamiento en Elevación Frontal**

ESC: 1/50

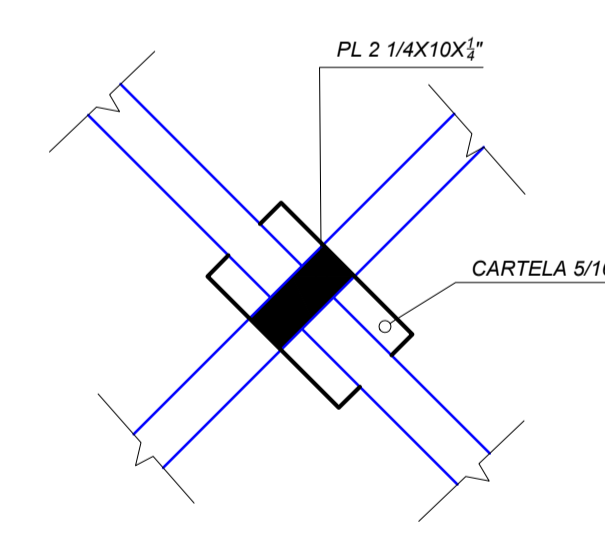


**DETALLE DE COLOCACION DE REFUERZO**



**Reforzamiento en Elevación Posterior**

ESC: 1/50



**DETALLE DE UNION**

- PROCEDIMIENTO**
1. Soldar cartela PL  $2 \frac{1}{4} \times 10 \times \frac{1}{2}$  a cada lado de los perfiles tubulares (doblemente simétrica) de 9cm de lado y 3mm de espesor con la finalidad de obtener la continuidad del otro arrioste; estos van soldados en las pletinas y en todo el borde de contacto entre ambos arriostres (formando la intersección de arriostres concéntricos).
  2. Soldar pletanada  $2 \frac{1}{4} \times 10 \times \frac{1}{2}$  en el perfil tubulares (doblemente simétrica) de 9cm de lado y 3mm de espesor continuo, ubicado según se muestra.

<p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>	<b>INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA</b>	
	PROMOCIO: "Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz - 2021"	
Región : ANGASH Provincia : HUARAZ Distrito : HUARAZ C.C.P.P. :	PROPIETARIO:	
PLANO: <b>REFORZAMIENTO CON ARRIOSTRES CONCÉNTRICOS</b>		<b>E-02</b>
DISEÑO: J.G.A. REVISÓ: J.G.A. ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO / 2021		

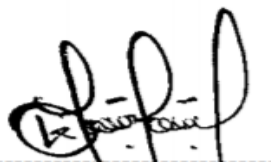
## Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, GUTIERREZ AYALA, KINDER JHONATAN, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Análisis comparativo del desempeño sísmico de reforzamiento incremental y arriostres concéntricos del colegio emblemático de IE Mariscal Luzuriaga Huaraz – 2021". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 19-04-21.

Gutiérrez Ayala Kinder Jhonatan	
DNI: 70168930	Firma 
ORCID: 0000-0002-8573-9458	