



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis del Diseño Del Reforzamiento Estructural Empleando  
Encamisetado Metálico En Elementos Verticales, Derrama Magisterial,  
Jesús María, 2019”

TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Tinco Arcos, Marcelino (ORCID: 0000-0002-2752-6219)

**ASESOR:**

Dr. Jesús Elmer Zamora Mondragón (ORCID: 0000-0001-6362-1603)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Agradecer a mi Madre que se encuentra en el cielo, mi padre por su apoyo porque me motivación a superarme profesionalmente, mis hermanos, porque son mi motivo de lucha y perseverancia día a día y a mi esposa e hijo Marcelo de un añito que es mi motivo de seguir adelante, porque gracias a ellos me brindaron apoyo y comprensión para concluir mis estudios profesionales.

### **Agradecimiento**

Agradezco a todos quienes me brindaron su apoyo y comprensión, alentándome a lograr este trabajo, asimismo a los asesores quienes me apoyaron para la realización del proyecto.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	20
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Variables y operacionalización.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Procedimientos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6 Método de análisis de información.....</b>	<b>25</b>
<b>3.7 Aspectos éticos.....</b>	<b>26</b>
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	65
VI. RECOMENDACIONES.....	68

## Índice de tablas

Tabla 1, Instrumento de Recolección de Datos .....	28
Tabla 2, Combinaciones de Cargas .....	36
Tabla 3, Resultado de periodo de vibración .....	38
Tabla 4, Resultado de la fuerza cortante .....	39
Tabla 5, Tabla de Limites del Entrepiso .....	39
Tabla 6, Desplazamiento de Derivas, Dirección X.....	40
Tabla 7, Desplazamiento de Derivas, Dirección Y.....	41
Tabla 8, Carga Axial del edificio .....	43
Tabla 9, Diferencia de cargas .....	44
Tabla 10, Cálculo de Refuerzo.....	49
Tabla 11, Tabla de espesores de Acero .....	51
Tabla 12, Calculo de espesor de Acero de 1/4" .....	51
Tabla 13, Calculo de espesor de Acero de 3/8" .....	51
Tabla 14, Calculo de espesor de Acero de 1/2" .....	52
Tabla 15, Distancias mínimas y máximas en conexión empernadas.....	54
Tabla 16, Diseño a corte de placa F4 .....	64
Tabla 17, Diseño Viga VT07 .....	65
Tabla 18, Diseño Viga VT09 .....	67
Tabla 19, Diferencia de Tipo de Reforzamiento .....	70

## Índice de figuras

Figura 1, Ubicación del Proyecto existente.....	30
Figura 2, Encofrado piso típico del Edificio.....	34
Figura 3, Especificaciones Técnicas del Proyecto.....	34
Figura 4, Definición de Cargas al Proyecto... ..	35
Figura 5, Modelo 3D edificio Sede Central... ..	37
Figura 6, Corte de desplazamientos del edificio.....	40
Figura 7, Definición de Columnas en Programa Etabs.....	42
Figura 8, Plano en planta de áreas tributarias.....	42
Figura 9, Armado de columnas del proyecto existente.....	43
Figura 10, Idealización de bloque de esfuerzos (Sakino & Sun 2000).....	46
Figura 11, Detalle de reforzamiento de columnas.....	49
Figura 12, Detalle de pernos pasantes.....	52
Figura 13, Detalle de Pernos.....	52
Figura 14, Detalle de anclaje de Pernos... ..	53
Figura 15, Detalle de anclaje de Pernos en columna... ..	54
Figura 16, Ubicación de columnas a reforzar... ..	54
Figura 17, Detalle de platina.....	55
Figura 18, Instalación de platina en zapata existente.....	55
Figura 19, Dimensión de Plancha Metálica.....	56
Figura 20, Detalle de colocación del perno pasante.....	56
Figura 21, Detalle de Plancha Metálica.....	57
Figura 22, Detalle de Soldadura.....	57
Figura 23, Columna soldada con pernos pasantes.....	58
Figura 24, Detalle de fijación.....	58
Figura 25, Ensayo de Tinta Penetrante.....	59
Figura 26, Perforación de Plancha Metálica... ..	59
Figura 27, Resina epóxica... ..	60
Figura 28, Colocación de resina epóxica... ..	60
Figura 29, Placa F4.. ..	61
Figura 30, Diagrama Interacción. Placa F4. Piso 1. Dirección X.....	62
Figura 31, Diagrama Interacción. Placa F4. Piso 1. Dirección Y.....	62
Figura 32, Ubicación viga VT07 Piso 5... ..	64
Figura 33, Ubicación viga VT09 Piso 8... ..	65
Figura 34, Diferencia de Reforzamiento.....	69
Figura 35, Modelamiento 3D... ..	73
Figura 36, Detalle de anclaje de vigas... ..	73

## Resumen

El problema de la investigación fue ¿De qué manera contribuye el análisis del diseño del reforzamiento estructural empleando encamisetado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019 El objetivo de la investigación fue Determinar de qué manera contribuye el análisis del diseño del reforzamiento estructural empleando encamisetado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?. La finalidad de la presente investigación es analizar la propuesta del material de reforzamiento de encamisetado metálico en los elementos verticales (columnas) con los dos tipos de materiales de reforzamiento tales como el polímero con fibra de carbono (CFRP) y el encamisetado de concreto reforzado en los elementos verticales (columnas), en cuanto al proyecto, este corresponde a un edificio de oficinas lo cual requiere ampliar 4 niveles adicionales a lo existente. Respecto al análisis del diseño de reforzamiento, estas se rigen bajo las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (E020 – Carga, E0.30 – Diseño Sismo resistente, E060 – Concreto Armado, y las normas internacionales como la ACI (ACI1442.2R) – Fibra de Carbono. Finalmente, mediante un análisis comparativo que costa de ambos criterios de los tres tipos de material a ser usados a reforzar, se concluye la alternativa de reforzamiento óptima para el edificio analizado es Reforzamiento con Encamisetado Metálico – Planchas Metálicas.

**Palabras clave:** Encamisetado Metálico, Encamisetado con Fibra de Carbono, Encamisetado de Concreto Armado.

## **Abstract**

The research problem was: How does the analysis of the design of the structural reinforcement using metallic lining in the vertical elements contribute, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019? The objective of the research was to determine how the analysis of the design of the structural reinforcement using metallic lining in the vertical elements contributes, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019. The purpose of this research is to analyze the proposal for the lining reinforcement material metallic in the vertical elements (columns) with the two types of reinforcing materials such as carbon fiber polymer (CFRP) and the reinforced concrete casing in the vertical elements (columns), regarding the project, this corresponds to a office building which requires expanding 4 additional levels to the existing one. Regarding the analysis of the reinforcement design, these are governed by the requirements of the National Building Regulations of Peru (E020 - Load, E0.30 - Design of earthquake resistant, E060 - Reinforced Concrete, and international standards such as ACI (ACI1442.2R ) - Carbon Fiber Finally, by means of a comparative analysis that costs both criteria of the three types of material to be used to reinforce, the optimal reinforcement alternative for the analyzed building is concluded is Reinforcement with Metallic Casing - Metallic Plates.

**Keywords:** Metallic Casing, Carbon Fiber Casing, Reinforced Concrete Casing



# **I. INTRODUCCIÓN**

Lima se ubica en la zona 4 de la zonificación sísmica, por esta razón es necesario que la edificación estén construidas y cumplan las normas Técnicas peruanas, al ocurrir un sismo la estructura de las edificaciones construidas que no cumplan con las normas de diseño y construcción pueden llegar a colapsar y si no será necesario un reforzamiento en su estructura existente, al usar estructura metálica o en este caso llamado también encamisado metálico como reforzamiento vamos a obtener una menor masa debido a su baja densidad, entonces la fuerza sísmica o movimiento telúrico que llegara a la edificación será mucho menos el impacto y tendremos una mayor resistencia soporte.

**Sika, (2017)** De acuerdo con la publicación del artículo llamada “Reforzamiento de estructuras de Concreto” La revista ejecuta las técnicas de los distintos tipos de reforzamiento sísmicos en las edificaciones con diverso componente fundamentales para la mitigación de los efectos de los sismos siendo el mejoramiento del desarrollo sísmico de edificios vulnerables un asunto de esencial consideración. Además, puede ser primordial intervenir una edificación por otras causas como variación de uso, modificación de los elementos aporticados, incendio, impacto, entre otras.

**Oviedo, (2015)** Ejecuta un artículo de investigación llamada “Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado”. El creador destaca que los buenos procesos constructivos reducir la pérdidas humanas y economía. Donde relata además que cada aplicación es especial, y el procedimiento de reforzamiento dependiente de las propiedades de los elementos estructurales y sus exigencias para arreglar dificultades específicas. Este artículo menciona a los procedimientos de reforzamiento con sus virtudes y desventajas que permitan escoger el procedimiento de reforzamiento como corresponde.

**(Rosero, L., 2013)** con su emprendimiento de proposición Encamisado de los elementos estructurales con concreto armado y Fibra de carbono. En esta investigación aplica el reforzamiento de la losa del Salón de Audiovisuales. En esta investigación se enfoca en las FRP, donde recalca los materiales compuestos y aprovecha la resistencia, la ligereza y comportamiento para su utilización en proyectos. Relata además la consideración de abarcar el accionar de la fibra en conjunto con el hormigón y el acero.

**Según Rosero, (2013)** frente a estos inconvenientes o cambios de uso es primordial llevar a cabo un aumento de soportar mayor carga al edificio de concreto armado, del diseño más viable, cuando ocurra un movimiento telúrico de enorme intensidad, estos inmuebles tengan una respuesta de diseño correcta.

**Astorga & Aguilar (2006).** Indica que en la actualidad existe numerosos inmuebles de concreto armado, por diferentes causas son necesarios reforzarlos, entre otras cosas, solo el 3% de inmuebles académicos que ya están, serían los únicos que tendrían la posibilidad de ser modificados después de un acontecimiento sísmico severo.

**Las justificaciones** relacionadas al presente informe de investigación

Teóricamente se requiere hacer el análisis del procedimiento del método en el refuerzo en el edificio Estructuras aporticadas, usando planchas metálicas de acero estructural A36 - 9.0 milímetros. Para la cual las planchas se fabrican en forma de "L", con dobles a una esquina, con altura de acuerdo a la estructura existente (se rectificará in situ) y colocado en el perímetro de las columnas existentes. Mediante este reforzamiento permitirá soportar más capacidad de carga, de tal forma que el material propuesto sea viable, barato y muy bien servible en el mismo sistema aporticado existente.

Socialmente un adecuado reforzamiento permitirá la existencia de una óptima construcción, que evitará pérdidas económicas, y también reducirá el riesgo de pérdidas de seres humanos ante un sismo lo cual es irreparable. Se busca con este informe de investigación sustentar el reforzamiento como una solución buena que permita ampliar el edificio aporticado a más niveles, donde los principales beneficiarios con este proyecto sean los propietarios de edificios que necesiten mayor número de ambientes y/o espacios.

La justificación metodológica es que tiene en claro los principales criterios y métodos de reforzamiento, nos permite profundizar en el tema de reforzamiento de estructuras a fines de ampliación de acuerdo nacionales e internacionales.

**Sobre la base de realidad problemática** presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿De qué manera contribuye el análisis del diseño del reforzamiento estructural empleando encamisado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?

Los problemas específicos de la presente tesis fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿De qué manera la aplicación del encamisado metálico mejora los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?
- **PE2:** ¿Cómo influye la aplicación de aditivos en el reforzamiento estructural, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?
- **PE3:** ¿De qué manera la gestión de tiempo contribuirá en el reforzamiento estructural y empleando el encamisado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?

▪  
**El objetivo general** fue Determinar de qué manera contribuye el análisis del diseño del reforzamiento estructural empleando encamisado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar de qué manera la aplicación del encamisado metálico mejora los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?
- **OE2:** Determinar la influencia del uso de aditivos para el reforzamiento estructural, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019
- **OE3:** Determinar de qué manera la gestión de tiempo contribuirá en el reforzamiento estructural y empleando el encamisado metálico en los elementos verticales, Derrama Magisterial, Jesús María, 2019?

## **II. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se mencionan los antecedentes internacionales relacionados con el tema de mi informe de investigación, hace referencia a sus objetivos y se da una breve explicación del tema de investigación y conclusiones.

Natam (2016). En su diseño de refuerzo de estructuras de hormigón armado deficientes añadiendo estructura metálica; para evitar el colapso la acción de un movimiento sísmico. Su finalidad de la presente tesis es analizar el comportamiento estructural y diseñar apropiadamente el reforzamiento con estructura metálica al elemento de hormigón armado afectado de la edificación; aplicando las normas técnicas de la construcción. La investigación se consideró tipo descriptiva basado en las normas peruanas e internacionales. En conclusión, los elementos estructurales están reforzados con planchas de acero aumenta su capacidad de carga no solo por la capacidad de carga de la columna sino también aumenta el confinamiento del hormigón, aunque este fisurado.

Aguar, García, Menéndez, Zevallos y Palacios (2016). En su explicación de una estructura afectada por un movimiento sísmico en el 2016. La estructura está compuesta por los elementos estructurales de vigas y columnas, para tres niveles, En mal proceso constructivo llevo al derrumbe. Se efectuó un análisis espectral con los espectros obtenidos del terremoto; en la estructura existente con el objeto de evaluar el desempeño sísmico de la edificación se dan una opción de reforzamiento que consiste mediante la colocación de disipadores de energía en el proyecto existente.

Pedro, (2016), Estudio del Encamisetado con FRB (Fibra de Carbono). cuya finalidad general de su proyecto de tesis fue “verificar la resistencia teórica a tracción calculada con ensayos experimentales de probetas de acero reforzados con FRB, la metodología de esta tesis de carácter investigativo y carbono, el material propuesto para el encamisetado es muy costoso, pero teniendo un buen cronograma de ejecución se ahorra costo de mano de obra.

Borja, y Torres (2015). En su investigación del análisis del diseño del reforzamiento estructural de una edificación de 4 niveles. El objetivo fue minimizar la vulnerabilidad sísmica de la edificación. El informe de tesis es

descriptivo en el que se realiza el diseño de reforzamiento estructural. En conclusión, se determinó el reforzamiento estructural mediante el encamisado de concreto armado de las columnas existentes.

Moreta (2015), Informe de tesis con el título llamado Diagnostico estructural mediante el FEMA 154 del NEC y propuesta de reforzamiento estructural, recopiló información con inspección visual, pruebas no destructivas, levantamiento estructural, aplicando el formato FEMA 154. Generó un modelo matemático en el programa ETABS, al encontrar problemas estructurales de diseño se propone las 2 opciones de reforzamiento tomando en cuenta que sea viable y económica posible.

**En este capítulo se menciona los antecedentes nacionales** relacionados con el tema de mi informe de investigación, hace referencia a sus objetivos y se da una breve explicación del tema de investigación y conclusiones.

Campos (2019) En su investigación de proyecto de reforzamiento de columnas y vigas empleando el encamisado de diferentes materiales. Su objetivo fue evaluar la mejor técnica del encamisado propuestos como una solución ante deficiencias de su mala ejecución. En conclusión, se determinó que la opción del diseño de reforzamiento de columnas con la técnica del encamisado en el comportamiento estructural mejora la edificación y se puede realizar una ampliación segura respetando las normal estructurales

Belizario, (2017). En su investigación del Reforzamiento estructural de una edificación de 2 pisos con futura ampliación. Su objetivo fue Describir la relación que existe entre las derivas de entrepiso y periodos del sistema estructural de una construcción de obvio armado de dos pisos cuando queremos anexar la misma. El apunte de investigación es no empírico, nivel claro y de tipo aplicada. En tesis, el reforzamiento influye efectivamente ya que permite minimizar los desplazamientos, así como el presupuesto del reforzamiento resulta ser más ahorrador que la derribo

Nayra, (2017). En su investigación del Reforzamiento estructural de edificaciones para el uso de entidades financieras. El equitativo de la tesis fue sostener alternativas de reforzamiento estructural para mejorar la resistencia de los componentes estructurales. Se concluyó teniendo que el refuerzo elegido fue el encamisado de concreto armado, asumiendo el posición monolítico, resulta efectiva para mejorar la trascendencia requerida de vigas de 0.30x0.20m. Los reforzamientos con FRB en las columnas con secciones de 0.30x0.40m resultan adecuadas y aumentan la flexión de los pórticos

Susaca (2016). Su investigación del Nivel de desempeño de una estructura aporticada de cinco niveles aplicado a la evaluación y reforzamiento, en donde emplea el método análisis no lineal inelástico con la finalidad de evaluar una edificación de cinco pisos de uso como gimnasio. Evaluó la edificación sin reforzar y reforzada con la finalidad de verificar su desempeño estructural. Llego a las siguientes conclusiones: La edificación sin reforzar fallaría ante un sismo muy raro, pero si se reforzara con muros de corte en la dirección "Y" tendría un desempeño operacional y en la dirección "X" sufriría daños severos. Finalmente hace énfasis al método, pues permite identificar las zonas más críticas.

Bazán, (2015). En su estudio de comportamiento de flexión de vigas de concreto reforzadas con encamisado de fibra de carbono. Su neutral fue Desarrollar una metodología para determinar respuesta a flexión de una viga estructural reforzada con encamisado de FRP. La lógica es experimental y se realizaron ensayos para obtener el comportamiento de la sección transversal. Se propusieron características específicas de diseño para el material FRP que resulta apropiado para disipar favorablemente la energía de deformación.



**Las teorías relacionadas** a la rehabilitación o intervención deseado es necesario implementar una estrategia de rehabilitación, tal cual a su vez se requiere la implementación de técnicas de técnicas o medidas para corregir las deficiencias y lograr el objetivo propuesto, Las estructuras de concreto armado puede ser intervenidas con algunos de los conceptos o estrategias de intervención descritos para un nivel de desempeño sísmico requerido, a continuación se presentan las diferentes técnicas de reforzamiento estructural en un elemento de concreto armado.

Según Revollo y Delgado (2017) manifiesta que elementos verticales estructurales muy importante para una edificación ya que transmiten principalmente cargas de compresión a las zapatas y suelo. al haber una modificación de uso en la edificación como es el cambio de uso o ampliación, las carga nuevas incrementaran a la edificación existente y estas tenderán a expandirse lateralmente y es por esto que se deberá aplicar un reforzamiento de un material que mejore el confinamiento de los elementos verticales y controle la deformación transversal, es por ello que se propone realizar con tres métodos de reforzamiento, Fibra de Carbono FRP, refuerzo con encamisado de concreto y el refuerzo con material de Perfiles o Planchas Metálicas.

Según Soto (2009) El reforzamiento de encamisado de concreto armado se utiliza para incrementar la resistencia axial, flexión y cortante de elementos estructurales existentes. El encamisado se realiza agregando acero longitudinal y transversal alrededor de la columna existente, luego se realiza el encofrado de todo su perímetro y llenarla de concreto.

El incremento en las dimensiones de las columnas existente ya reforzada aumenta la capacidad a cortante del elemento estructural más que la resistencia a flexión.

López (2016), considero que “El empleo de acero para reforzar elementos estructurales es un método muy conocido por todo el mundo, pero no muy usado. Dentro de esta técnica de refuerzo se han planteado diversas tipologías. También menciona en primer lugar, se tienen los encamisados de chapa continua, que se ejecutan envolviendo al soporte con chapas de acero y soldando las esquinas libres de éstas.

Natan (2017) La fibra de carbono FRP (Fiber – Reinforced Polymer) Un material FRP se forma embebiendo fibras carbono, vidrio o aramida en una matriz de resina epóxica, de poliéster o de viniléster, consiguiendo así el confinamiento de todas las fibras.

La técnica de reforzamiento de elementos estructurales con el material FRP es una de las más comunes en el mundo, esta técnica consiste en envolver las fibras alrededor del elemento estructural que se quiere reforzar y es posible colocar 1 o 2 capas de láminas de este material dependiendo de la necesidad. Para el correcto funcionamiento de las fibras depende de la orientación, este proceso constructivo permite que aumente en gran medida la ductilidad y capacidad de absorción de energía del elemento estructural.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**El tipo de investigación es descriptiva y aplicada.** El tipo tesis es descriptiva y aplicada. Al respecto Fabian (2017) indica “que La encuesta descriptiva averigua delimitar las propiedades, características y los perfiles de procesos, objetos o cualquier otro estupendo que se someta a una interpretación, exclusivamente pretende calibrar o coger noticia de modo independiente o conjunta sobre las opiniones a las que se refiere.

Aplicada, ya que mediante el análisis de reforzamiento de encamisado metálico en los elementos verticales se busca otorgar mayor resistencia al elemento estructural.

**El diseño de investigación es no experimental.** Hernández (2014) indica lo siguiente “El croquis de indagación realizada es de tipo no real de corte transversal podría definirse como la sondeo que se realiza sin manipular porque ya han sucedido.”

En el presente informe de investigación no se manipula de forma intencional las variables.

### 3.2 Variables y operacionalización

Las variables de la presente investigación se dividen en:

**Variable Independiente – Análisis de diseño de reforzamiento estructural**

Nayra (2016) mencionó que es el proceso que se realiza con el fin de lograr una solución admisible ante un acontecimiento telúrico, dicho refuerzo dependerá de las condiciones en la que se encuentra la estructura existente y se consigue mediante las modificaciones de diseño.

El reforzamiento estructural de los elementos de una edificación existente incrementa la capacidad de soportar nuevas cargas.

**Variable Dependiente – Encamisado metálico en los elementos verticales.**

(López 2016), Considero que "El empleo de acero para reforzar elementos de hormigón armado es un método clásico de refuerzo muy conocido por todo el mundo. Dentro de estas técnicas de refuerzo se han planteado diversas tipologías"

El encamisetado a la columna con planchas metálicas permite dar mayor resistencia a las columnas frente a sismos.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

**Población**, Según Mendoza (2015) La villa es un universalismo de componentes, seres, cosas y objetos, que tienen rasgos o características comunes, dispuesto de ser observados y que serán el ingrediente de aperitivo.

En este informe de investigación la población está conformada en la zona donde se encuentra el Edificio Sede Central ubicada en la cuadra 5 de la Av. Gregorio Escobedo en el distrito de Jesús María los cuales forman parte de la problemática identificada dentro del análisis de esta tesis.

**Muestra**, según Hernández y Baptista (2014) La Muestra se considera como un conjunto de población o habitantes del cual se seleccionan cifras y deben ser representativos de esta. En las muestras no probabilísticas la selección de los componentes no depende de la probabilidad si no de los principios y características de la población.

Para dicho informe de investigación la muestra del estudio está conformado por el edificio existentes del edificio de 8 pisos con 4 pisos de ampliación y sus elementos verticales se desea reforzar con planchas metálicas. (sea por ampliación o por antigüedad)

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

En funcionalidad a los objetivos establecidos es un preciso estudio, se emplearán una sucesión de instrumentos y técnicas de recolección de datos, orientadas de forma fundamental a lograr los objetivos propuestos.

**Técnicas** según Valderrama (2014) enseña que “es aquel principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la” (P.191).

Para el informe de tesis se ha elaborado la ficha Técnica de resumen donde se encuentra los datos de los estudios que se realizaron con anterioridad y que se

ha ingresado al software Etabs y para realizar el cálculo de encamisado metálico.

**Tabla 1, Instrumento de Recolección de Datos**

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
<b>Revisor:</b>	
<b>Sobre Carga</b>	
Estacionamientos	250 kg/m <sup>2</sup>
Piso Intermedios	250 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	100 kg/m <sup>2</sup>
<b>Resistencia del Terreno</b>	4.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Combinaciones de Cargas</b>	
1.4 M + 1.7 V	M = carga mjuerta
1.25 (M + V) = + S	V = carga viva
1.25 (M + V) = - S	S = carga de sismo
0.90 M + S	
0.90 M - S	
<b>Parametros - Normal E-0330</b>	
Factor de zona	Z = 0.45 (Lima, zona 4)
Factor de Importancia	U = 1.0 (Edificaciones comunes)
Parametros del Suelo	S = 1.0
	Tp = 0.4 seg.
	TL = 2.5 seg
Factores de Reducción	Rx = 6.00 (Muros de Concreto Armado)
	Ry = 6.00 (Muros de Concreto Armado)
Factor de Amplificación Sismica	$C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2.5$
<b>Formula de Revestimiento de acero para mejorar la resistencia y ductibilidad de columna (sakino &amp; sun (2000))</b>	$f_c = K f_c' \frac{aX + (b-1)X^2}{1 + (a-2)X + bX^2}, \quad \left( X = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{co}} \right)$
	where
	$K = \frac{f_{cc}'}{f_c'} = 1 + 11.5 \frac{\rho_t f_{yt}}{f_c'} \left( \frac{t}{B-2t} \right)$
	$\rho_t = \left( \frac{B}{B-2t} \right)^2 - 1, \quad a = \frac{E_c}{E_{sec}} = \frac{E_c \epsilon_{co}}{K f_c'}$
	$\frac{\epsilon_{co}}{\epsilon_o} = \begin{cases} 1 + 4.7(K-1), & K \leq 1.5 \\ 3.35 + 20(K-1.5), & K > 1.5 \end{cases}$
	$b = 1.5 - 0.017 f_c' + 2.4 \sqrt{\frac{(K-1) f_c'}{23}}$
	$\epsilon_o = 0.94 (f_c')^{1/4} 10^{-3}$
	$E_c = \left( 0.69 + 0.332 \sqrt{f_c'} \right) \times 10^4 \quad (\text{in MPa})$
	in which
	$f_c'$ = strength of concrete cylinder (in MPa)
	$\rho_t, f_{yt}, t$ and $B$ = volumetric ratio, yield stress, thickness and outside width of steel jacket.

**Instrumento** según Valderrama (2014) muestra que los instrumentos de recolección de datos son los recursos usados por el investigador para acercarse a los fenómenos, obtener y almacenar la información recolectada.

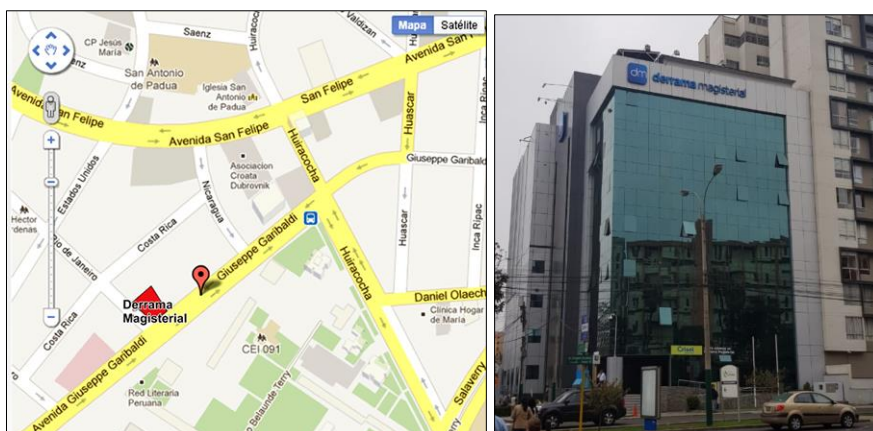
Entonces para la presente tesis de investigación, se utilizó el Modelamiento digital, donde el análisis sísmico se efectuó en el programa ETABS 17. Ya que los datos a recolectar son cuantitativos serán ingresados directamente al sistema para su posterior proceso de análisis y diseño.

Es indispensable conocer la conducta de la edificación de concreto armado con el material de planchas metálicas ya instalado de acuerdo con las exigencias del RNE, los resultados de los estudios de la edificación existente serán recolectados de forma rápida y eficaz ya que años anteriores se realizaron los estudios a la edificación, para procesarlos se empleará mecanismos automáticos como computadoras, software para su representación tridimensional.

### 3.5 Procedimientos

El proyecto de investigación propuesto está referido al “Análisis del Diseño Del Reforzamiento Estructural Empleando Encamisetado Metálico En Elementos Verticales, de la ampliación y remodelación del edificio Sede Central, propiedad de la Derrama Magisterial, ubicado en la Av. Gregorio Escobedo N° 598, Urbanización San Felipe, distrito de Jesús María.

**Figura 1, Ubicación del Proyecto existente**



El proyecto contempla la ampliación de la Sede Central en el edificio de 8 pisos aumentan 4 pisos más, la estructura existente es de sistema aporticado, el cimiento existente consiste en zapatas aisladas, combinadas y cimiento corrido. El proyecto contempla el reforzamiento de 4 columnas específicas de acuerdo a los resultados de diamantina y modulación de diseño.

Los diseños se han realizado de acuerdo con los requerimientos mínimos de Reglamentos y normas de edificaciones

- a) Los estudios de diamantina y estudio de suelo realizado a la edificación existentes se ha ejecutado realizado con anterioridad por una empresa certificada.
- b) Se elaborado metrado de cargas del edificio
- c) Los resultados de los estudios ya realizados con anterioridad se han de colocar al Software Etabs donde se ha hecho la modulación.
- d) Se ha realizado el análisis Sísmico, periodo de vibración y fuerza cortante.
- e) Se ha ejecutado el cálculo del espesor de diámetro de acero de la plancha metálica con la fórmula de (Sakino & Sun, 2000).

### **3.6 Metodo de análisis de información**

Valderrama (2014), sobre el método de análisis “son un grupo de procedimientos que consiste en la aplicación de los hechos y el uso de sus enunciados en cifras, con la finalidad de adquirir información que resulte legítimo y confiable”.

En este informe de investigación se obtuvo información real de los estudios realizados con anterioridad a la edificación existente mediante ensayos en laboratorios de diversas instituciones certificadas.

Con los resultados obtenidos de la edificación existente se realizó el análisis de diseño con el software ETABS 17. Se efectuó el modelo siguiendo las indicaciones de la NTP de Diseño Sismo resistente E.030 y Normas internacionales.



### **3.7 Aspectos éticos**

Según Valderrama (2014) indica sobre los aspectos éticos lo siguiente: “La investigación no es un solo proceso Técnico, es un hecho comprometido, y desde este aspecto de la exploración que hay que plantearse como un subconjunto dentro de la moral general, aunque empleada a incógnitas mucho más restringidos de la moral general, puesto que nos quedaríamos exponiendo un aspecto de la ética profesional.

CIP.ORG:PE, Indica que la ética profesional es el conjunto de normas y valores que hacen y mejoran al desarrollo de las actividades profesionales y marca, además las pautas éticas del desarrollo laboral mediante valores universales.

En este informe de investigación el aspecto ético está orientado a los datos recogidos proveniente de los estudios que se realizaron en los elementos estructurales existentes sin ninguna alteración, cada uno de estos estudios se encuentran registrados en los instrumentos que se aplicaron durante la ejecución de proceso de resultados.

También se tomarán en cuenta los siguientes aspectos éticos:

- Artículo 15 (CIP), Los Ingenieros deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes, deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1 Descripción del proyecto

La presente Tesis de investigación se refiere al Proyecto Estructural de la Ampliación y Remodelación del Edificio Sede Central, propiedad de la Derrama Magisterial, ubicado en la Av. Gregorio Escobedo N° 598, Sub Lotes 2-7b, Mz 27, Urbanización San Felipe, distrito de Jesús María.

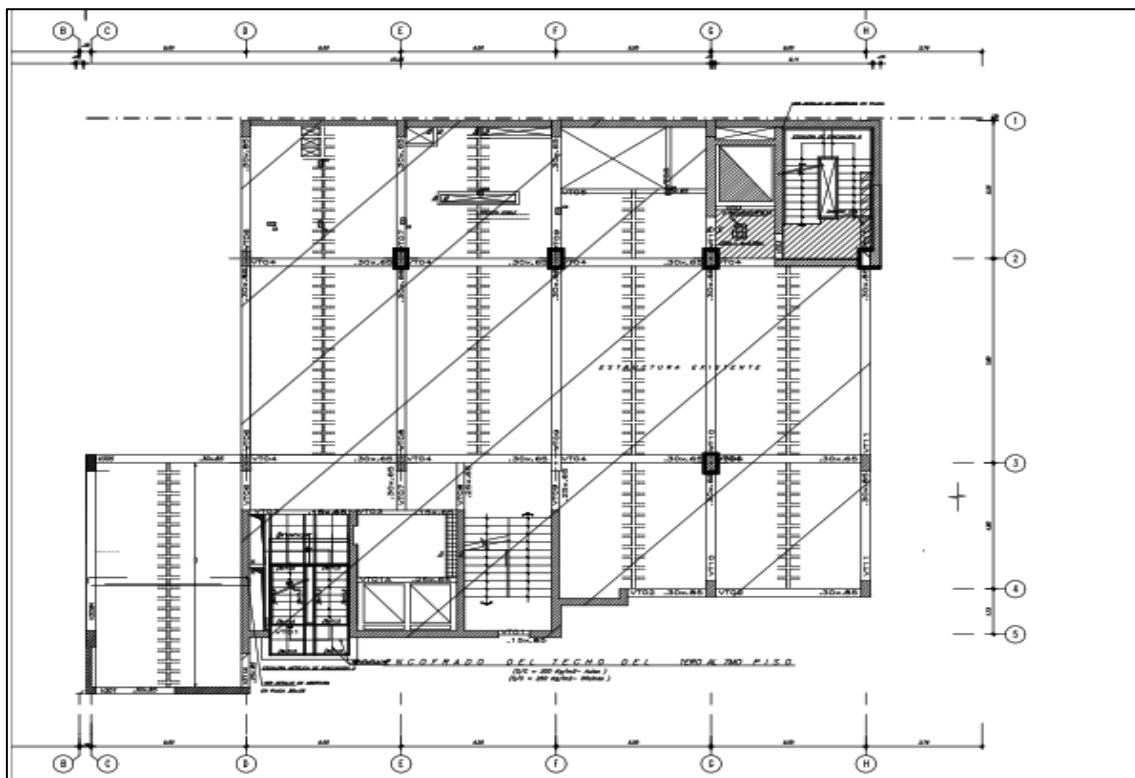
El proyecto contempla la ampliación de la Sede Central, en el edificio de 8 pisos se aumentan 4 pisos más. La estructura existente es de vigas, columnas y muros de concreto armado.

El proyecto contempla el reforzamiento de las columnas.

La resistencia del terreno empleada es 4.00 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo al Estudio de Suelos elaborado por el Ing. César Atala Abad, verificando la presión a nivel de las zapatas existentes.

Para los elementos metálicos se ha empleado Acero A36 y Soldadura E6011.

**Figura 2.** Encofrado piso típico del Edificio



## Especificaciones Técnicas del proyecto existente

**Figura 3.** Especificaciones Técnicas del Proyecto

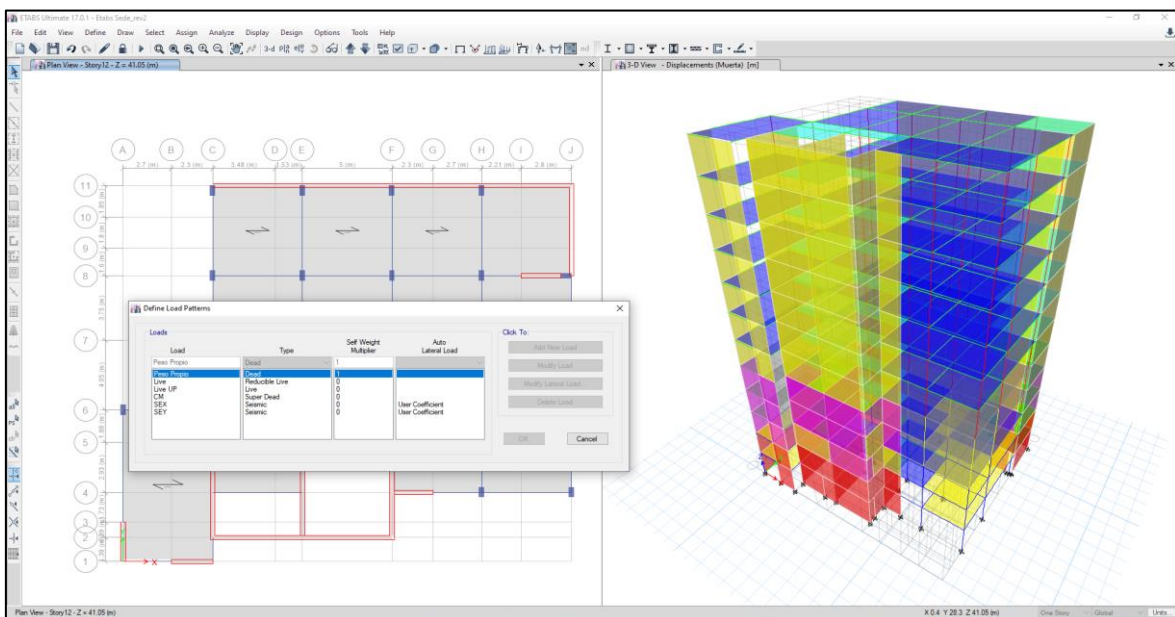
<b><math>f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2</math> (Sótano al 2° Piso)</b>
<b><math>f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2</math> (3° Piso al 4° Piso)</b>
<b><math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> (RESTO)</b>
<b><math>f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2</math></b>

Se puede verificar que la resistencia a la compresión del concreto en las probetas de las columnas es mayor que la indicada en planos en un  $328/280=1.17$  en el sótano como mínimo y  $322/280=1.15$  en el segundo piso. En el Cuarto y Sexto piso la resistencia es mucho mayor que la indicada en plano en  $293/219=1.25$  y  $251/210=1.20$ .

### 4.2. Cargas

Las cargas que presentamos para esta presente investigación están basadas referente a las especificaciones del proyecto existente y cumplan lo requerido al proyecto de ampliación

**Figura 4.** Definición de Cargas al Proyecto



Nomenclatura:

Z:	Factor de zonificación sísmica
U:	Factor de uso e importancia
C:	Coefficiente de amplificación sísmica
S:	Factor de suelo
TP:	Periodo corto del terreno
TL:	Periodo largo del terreno
R:	Coefficiente de reducción sísmica
I <sub>a</sub> :	Irregularidad en altura
I <sub>p</sub> :	Irregularidad en planta.

**CARGAS:**

Peso de Materiales

- Concreto  $Y_c = 2400 \text{ kg/m}^3$
- Aligerado h=20cm  $Y_v = 280 \text{ kg/m}^3$
- Piso Terminado  $Y_{pt} = 100 \text{ kg/m}^3$
- Suelo Natural  $Y_r = 2000 \text{ kg/m}^3$

Sobrecarga en:

- Estacionamiento  $S/C = 250 \text{ kg/m}^2$
- Oficinas  $S/C = 250 \text{ kg/m}^2$
- Auditorios  $S/C = 250 \text{ kg/m}^2$

Para determinar la resistencia nominal requerida en los elementos de concreto armado, se emplearon las siguientes combinaciones de carga:

**Tabla 2.** Combinaciones de Cargas

$1.4 M + 1.7 V$	M = carga muerta
$1.25 ( M + V ) + S$	V = carga viva
$1.25 ( M + V ) - S$	S = carga de sismo
$0.90 M + S$	
$0.90 M - S$	

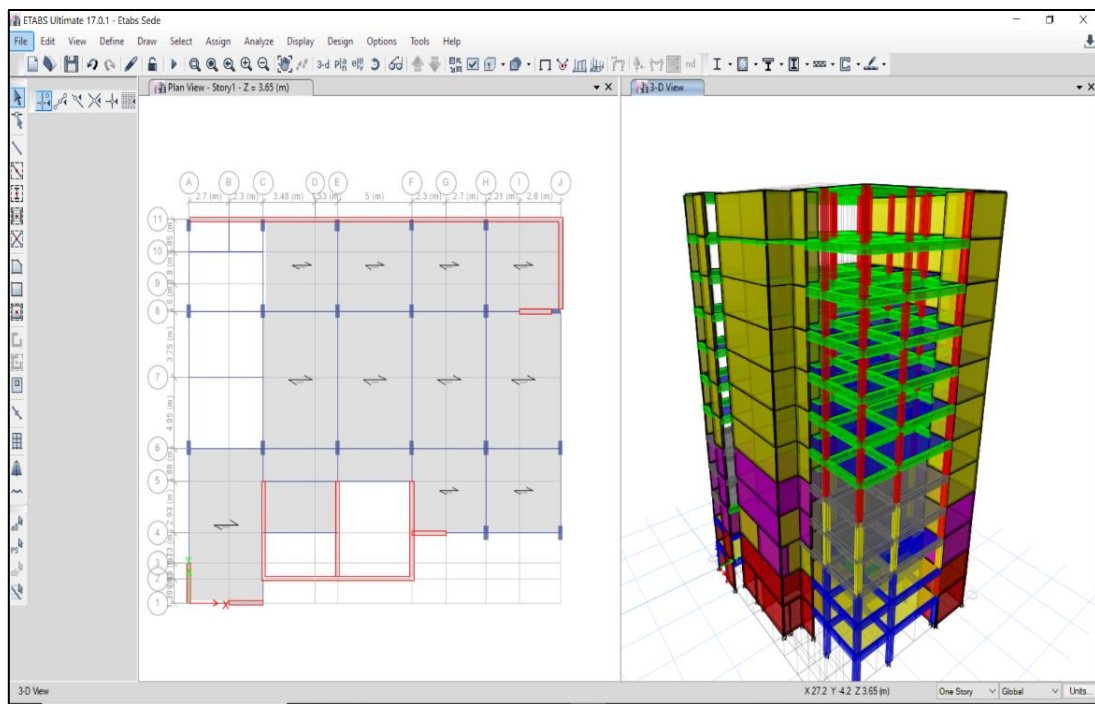
### 4.3. Análisis Sísmico

El análisis de diseño sísmico se realizó de acuerdo a las indicaciones de la NTP de Diseño Sismo-resistente E.030.

Se empleó un modelo 3D con tres coordenadas dinámicas por nivel, tomando en cuenta deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial.

La respuesta sísmica se determinó empleando el método de superposición espectral considerando como criterio de combinación la “Combinación Cuadrática Completa”, (CQC) de los efectos individuales de todos los modos. Tal como lo indica la Norma E.030,

**Figura 5. Modelo 3D edificio Sede Central**



### 4.4 Resultados del Análisis Sísmico.

El análisis Sísmico se realizó, según la Normal E-030 del 2016, considerando un 5% de excentricidad accidental. Se hicieron varios modelos considerando distintas posiciones del Centro de masas y considerando el Sismo aplicado en cuadro direcciones (Ortogonales dos a dos).

Como resultado del análisis de diseño sísmico los resultados obtenidos de los desplazamientos laterales en cada nivel y las fuerzas de sección en los elementos.

A continuación, se muestra los resultados de diseño para la dirección X-Y.

#### 4.4.1 Periodos de Vibración

De acuerdo a la Norma E-030, el modo de vibración se podrá determinar por un procedimiento de análisis que consiste apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas y se estimará con la siguiente expresión.

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

**Tabla 3.** Resultado de periodo de vibración

	<b>Periodo T (seg)</b>	<b>% Participación</b>
<b>Dirección X-X</b>	0.61	63%
<b>Dirección Y-Y</b>	0.80	66%

Puede apreciarse que los porcentajes de participación de los modos fundamentales en cada dirección son altos, lo cual indica que el edificio Sede Central tiene una buena regularidad Torsional.

#### 4.4.2 Fuerza Cortante en la Base del Edificio

De acuerdo a la Norma E-030 diseño Sismo resistente, la fuerza cortante total de la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El Valor C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Factor de zona: Z=0.45 (Lima, zona 4)

Factor de Importancia: U = 1.0 (Edificaciones comunes)

Los parámetros del suelo: S=1.0

    Tp=0.4 seg

    TL=2.5 seg (Perfil Tipo S1)

Factor de Reducción:

    Rx=6.00 (Muros de Concreto Armado)

    Ry=6.00 (Muros de Concreto Armado)

**Tabla 4.** Resultado de la fuerza cortante

	<b>V Dinámico (Ton)</b>	<b>V Estático (Ton)</b>	<b>80% V Estático (Ton)</b>
<b>Dirección X-X</b>	402.28	666.89	553.5
<b>Dirección Y-Y</b>	373.49	508.50	406.80

Como se puede apreciar la fuerza cortante basal en el análisis dinámico en la dirección X-X no es mayor o igual que el 80% del valor obtenido del análisis estático, por lo que se necesita hacer modificaciones en los esfuerzos obtenidos del análisis dinámico en  $553.5/402.28=1.37$ .

El resultado en la dirección Y-Y el factor será  $406.80/373.48=1.08$

#### **4.5.3 Desplazamiento Máximos**

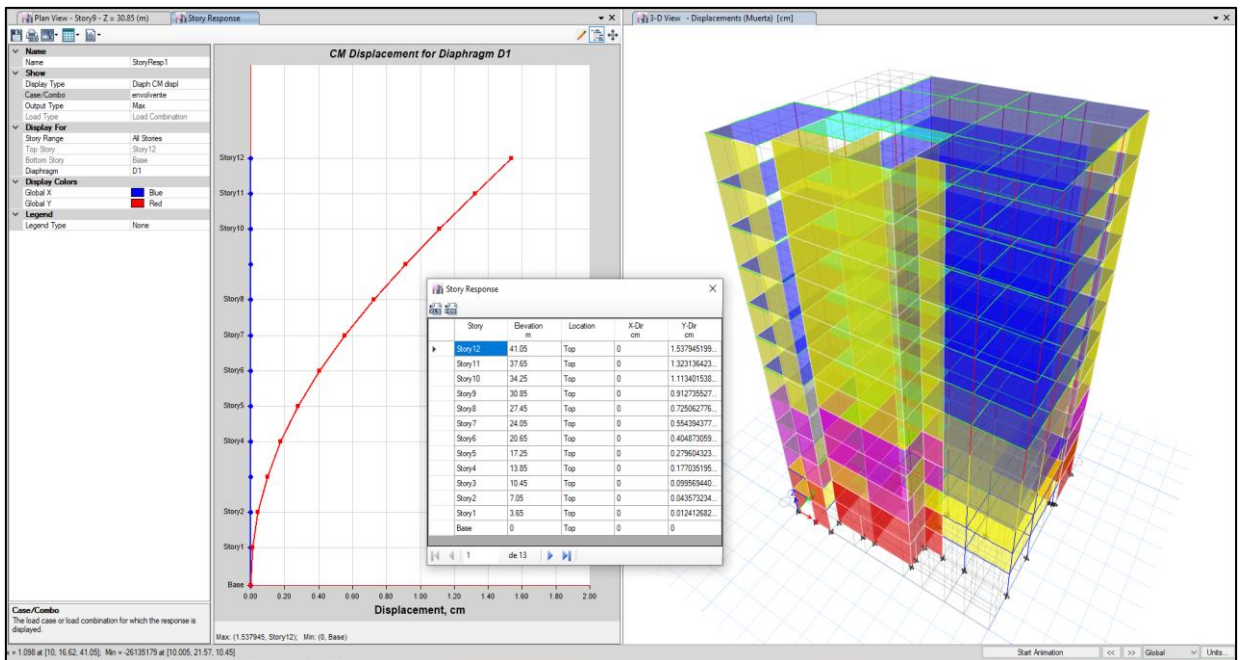
El desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que indica la tabla de la Norma E 030.



Tabla 5. Tabla de Limites del Entrepiso

<b>Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>( <math>\Delta_i / h_{ei}</math> )</b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Figura 6. Corte de desplazamientos del edificio



Se verificó que las distorsiones de entrepiso son minimos a los límites indicados por la NTP - E030 Diseño Sismorresistente. Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 6.** Desplazamiento de Derivas, Dirección X

Nivel	Desplazamiento relativos al suelo (cm)	Desplazamiento de entrepiso (cm)	Distorsión D/h (%O)	Permitido D/h (%O)
12	9.92	0.9	2.70	7
11	9.02	0.93	2.78	7
10	8.09	0.95	2.84	7
9	7.1	0.96	2.85	7
8	6.18	0.94	2.81	7
7	5.24	0.94	2.81	7
6	4.3	0.92	2.73	7
5	3.38	0.87	2.58	7
4	2.51	0.8	2.37	7
3	1.71	0.69	2.05	7
2	1.02	0.57	1.67	7
1	0.45	0.37	1.06	7
Sotano	0.08	0.08	0.31	7

**Tabla 7.** Desplazamiento de Derivas, Dirección Y

Nivel	Desplazamiento relativos al suelo (cm)	Desplazamiento de entrepiso (cm)	Distorsión D/h (%O)	Permitido D/h (%O)
12	11.6	1.06	3.15	7
11	10.54	1.07	3.22	7
10	9.47	1.09	3.28	7
9	8.38	1.08	3.28	7
8	7.3	1.09	3.27	7
7	6.21	1.1	3.28	7
6	5.11	1.08	3.21	7
5	4.03	1.02	3.05	7
4	3.01	0.95	2.79	7
3	2.06	0.81	2.41	7
2	1.25	0.66	1.93	7
1	0.59	0.44	1.30	7
Sotano	0.15	0.15	0.52	7

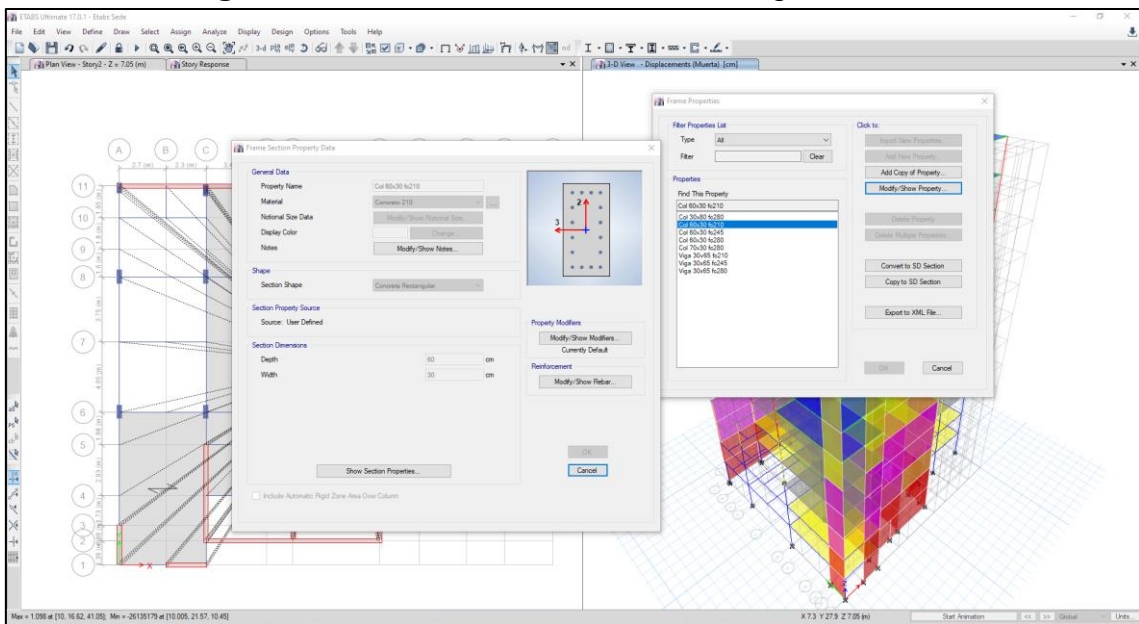
Como se puede observar del análisis realizado, las derivas obtenidas están de acuerdo a lo establecido por la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente E.030.

## 4.6. Revisión de Diseños Estructurales

### 4.6.1 Columnas:

El edificio es una estructura cuyo sistema sismorresistente son las Placas, es decir, dichos elementos resisten la mayor parte de la fuerza cortante y el momento flector del sismo de diseño. Las columnas resisten fuerzas cortantes y momentos flector bajos.

**Figura 7.** Definición de Columnas en Programa Etabs



El proyecto de ampliación indica que se tiene que reforzar las siguientes columnas:

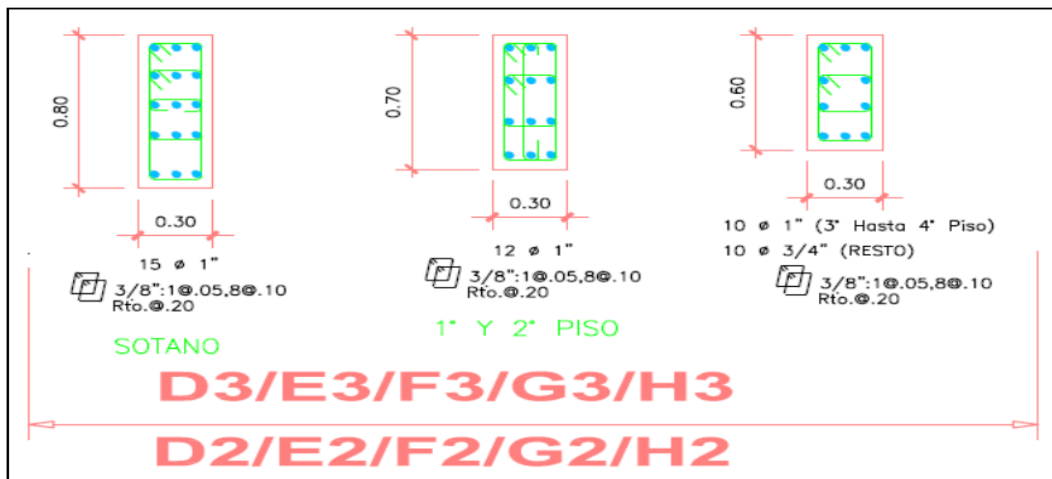
**Figura 8.** Plano en planta de áreas tributarias



Las 8 columnas principales, según el proyecto de ampliación se han dividido en dos tipos, Tipo C-A (color Azul) y Tipo C-B (Color Negro) esto debido a que cada tipo de columna tiene áreas tributarias distintas.

El armado de cada tipo de columna existente es la siguiente.

**Figura 9.** Armado de columnas del proyecto existente



Se procedió a verificar las columnas Tipo C-A, se colocó la carga axial obtenida en el Modelo Estructural realizado por el programa ETABS 17 y se corrobora el valor obtenido en un metrado de cargas realizado al proyecto

**Tabla 8.** Carga Axial del edificio

Piso	Carga Axial (Pu-Ton)	
	Modelo estructural	Metrado de cargas
Sótano	411	580
1	365	539
2	325	539
3	288	445
4	253	445
5	220	354
6	190	354
7	162	354
8	134	
9	107	
10	79	
11	50	
12	20	

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los valores obtenidos del modelo son menores a los obtenidos usando un metrado de cargas. Esto se debe a que al hacer un metrado de cargas se distribuye la carga equitativamente a cada apoyo de viga; sin embargo, no se considera la rigidez relativa del apoyo de la viga, el cual cambia la distribución de la carga viva.

**Tabla 9.** Diferencia de cargas

Piso	Sección (cm)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad axial /ton)	Metrado de Cargas
Sotano	30x80	280	489	580
1	30x70	280	415	539
2	30x70	280	415	539
3	30x60	245	323	445
4	30x60	245	323	445
5	30x60	210	243	354
6	30x60	210	243	354
7	30x60	210	243	354

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la columna tiene déficit de resistencia a carga axial, por lo que necesita reforzar

#### 4.6.2 Diseño de Elementos estructurales

En base a los resultados obtenidos anteriormente se ha precedido a diseñar los elementos estructurales considerando las siguientes cargas:

Peso Propio: 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Losas y Vigas: 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Aligerado: 400 Kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga: 200 Kg/m<sup>2</sup>

#### 4.7. Cálculo del Refuerzo Metálico

De modo de predecir la relación de esfuerzo-deformación del concreto confinado utilizando el modelo propuesto, es necesario determinar los valores de cuatro parámetros importantes; (1) máximo esfuerzo del concreto confinado  $f'_{cc}$ , (2) la deformación en el esfuerzo máximo  $\epsilon$ , (3) el parámetro "a" que

controla la forma de la rama ascendente, (4) el parámetro “b” que regula principalmente la forma descendiente de la curva.

Estos cuatro parámetros pueden ser determinados basados en el factor de compresión del concreto “ $f'c$ ”, el espesor de la plancha de acero “ $t$ ” y la fluencia de la plancha de acero  $f$ . La fórmula para obtener el parámetro más importante  $K = f'cc/f'c$  ha sido verificada experimentalmente por los resultados de 39 pruebas ensayadas y realizadas por investigaciones en Japón (Sakino y Sun, 2000).

Las fórmulas del modelo esfuerzo-deformación para concreto confinado con acero que se usarán en esta tesis se muestran a continuación:

$$K = \frac{f'cc}{f'c} = 1 + 11.5 * \frac{pt * fyt}{f'c} * \left( \frac{t}{B - 2t} \right)$$

$$pt = \left( \frac{t}{B - 2t} \right)^2 - 1$$

$$a = \frac{Ec}{Esec} = \frac{Ec * Eco}{K * f'c}$$

$$\frac{Eco}{Eo} = \begin{cases} 1 + 4.7(K - 1), & K \leq 1.5 \\ 3.35 + 20(K - 1.5), & K > 1.5 \end{cases}$$

$$b = 1.5 - 0.017 - f'c + 2.4 \sqrt{\frac{(K - 1)f'c}{23}}$$

$$Eo = 0.94(f'c)^{\frac{1}{4}} * 10^{-3}$$

$$Eo = (0.69 + 0.332\sqrt{f'c}) * 10^4$$

$$X = \frac{Ec}{Eco}$$

Donde:

$f'c$  = Factor de compresión del concreto (en MPa)

$\rho_t$  = Ratio volumétrico.

$f_{yt}$  = Fluencia del acero (en MPa).

$t$  = Espesor de la plancha de acero (en mm).

$B$  = Ancho de la plancha de acero (en mm).

$\epsilon_o$  = Deformación del esfuerzo máximo del concreto.

$\epsilon_{co}$  = Deformación del esfuerzo máximo del concreto confinado.

$\alpha$  = Parámetro que regula principalmente la porción ascendente de la curva

$\beta$  = Parámetro que regula principalmente la porción descendente de la curva.

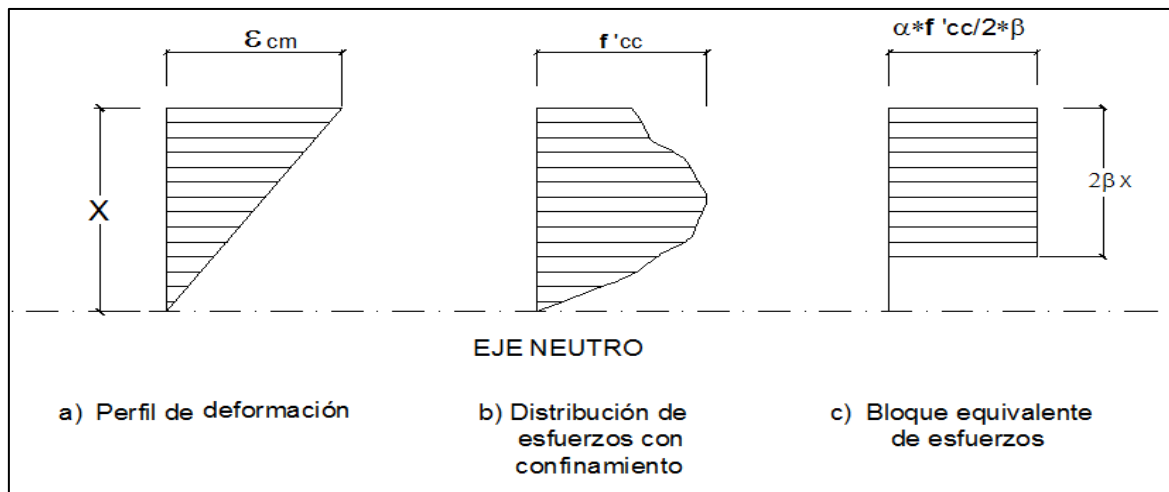
$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto (en MPa).

$E_{sec}$  = Módulo de elasticidad del concreto confinado con acero (en MPa)

$K$  = Parámetro de aumento de esfuerzo-deformación.

Para determinar el momento último “ $M_u$ ” de una columna enchaquetada con acero puede ser estimado por un análisis de momento-curvatura. Sin embargo, este análisis es muy complejo (Sakino & Sun, 2000). Por otro lado, se puede hacer una simplificación, que consiste en la sustitución de la distribución del esfuerzo real del concreto en la zona a compresión con un bloque rectangular equivalente de esfuerzos como se muestra en la Figura 20.

**Figura 10.** Idealización de bloque de esfuerzos (Sakino & Sun 2000)



Las fórmulas para obtener los valores de  $\epsilon_{cm}$  y los parámetros del bloque comprimido  $\alpha$ ,  $\beta$  se pueden formular basándose en la curva esfuerzo-deformación para concreto confinado descrito anteriormente (Sakino & Sun, 2000).

$$K = \frac{E_{cm}}{E_{co}} = 1.375 + 0.108K - \frac{0.1}{K^4} \frac{f'_c}{42}$$

$$\alpha = 0.724 + 0.1K - \frac{0.037}{K - 0.007} \frac{f'_c}{42}$$

$$\alpha\beta = 0.383 + 0.046K - \frac{0.019}{K - 0.687} \frac{f'_c}{42}$$

Donde:

$\epsilon_{cm}$  = Deformación última del concreto con el enchaquetado de acero.

$\epsilon_o$  = Deformación del esfuerzo máximo del concreto.

$\alpha$  = Coeficiente de resistencia.

$\beta$  = Coeficiente de reducción de altura de bloque comprimido.

El momento último  $M_u$  se puede calcular sobre la base del bloque comprimido propuesto el procedimiento similar a la columna ordinaria.

Para el cálculo del espesor del encamisetado se ha considerado el espesor de plancha de 3/8" ya que de acuerdo a cálculo de carga del acero más la carga de la columna existente son suficientes para ampliación de los 4 niveles

$$f'_c = 210 \frac{kg}{cm^2} = 20.5 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2} = 411 \text{ Mpa}$$

$$f_{yt} = 2530 \frac{kg}{cm^2} = 248 \text{ Mpa}$$

$$t = 9.5 \text{ mm (Plancha 3/8")}$$

$$B = 250 \text{ mm}$$



$$\rho t = \frac{B}{B - 2t} - 1 = \left(1 + \frac{250}{250 - 2 * 9.5}\right)^2 - 1 = 0.1713$$

$$K = 1 + 11.5 * \frac{\rho t * f_y t}{f'c} * \left(\frac{t}{B - 2t}\right) = 1 + 11.5 * \frac{0.1713 * 248}{21} * \left(\frac{9.5}{250 - 2 * 9.5}\right) = 1.57$$

**Se limita K = 1.5**

$$\frac{\varepsilon_{co}}{\varepsilon_o} = \begin{cases} 1 + 4.7(K - 1), & K \leq 1.5 \\ 3.35 + 20(K - 1.5), & K > 1.5 \end{cases}$$

$$\rho t = \frac{\varepsilon_{co}}{\varepsilon_o} = 1 + 4.7(K - 1) = 1 + 4.7(1.5 - 1)$$

$$\alpha = 0.724 + 0.1K - \frac{0.037 * f'c}{K^4 * 42} 5 - \frac{0.1 * 20.5}{1.5^4 * 42} = 1.527$$

$$\frac{\varepsilon_{co}}{\varepsilon_o} = 1.375 + 0.108K - \frac{0.037}{K - 0.007} \frac{f_c}{42} = 0.724 + 0.1 * 1.5 - \frac{0.037}{1.5 - 0.007} \frac{20.5}{42} = 2.311$$

$$\beta = 0.383 + 0.046K - \frac{0.019 * 248 f_c}{K - 0.687} \frac{1}{42}$$

$$\beta = 0.383 + 0.046 * 1.5 - \frac{0.019 * 248 * 20.5}{1.5 - 0.687} \frac{1}{42} = 0.4415$$

$$f'cc = f'c = 1.5 * 20.5 \text{ Mpa} = 30.7 \text{ Mpa} = 313.05 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

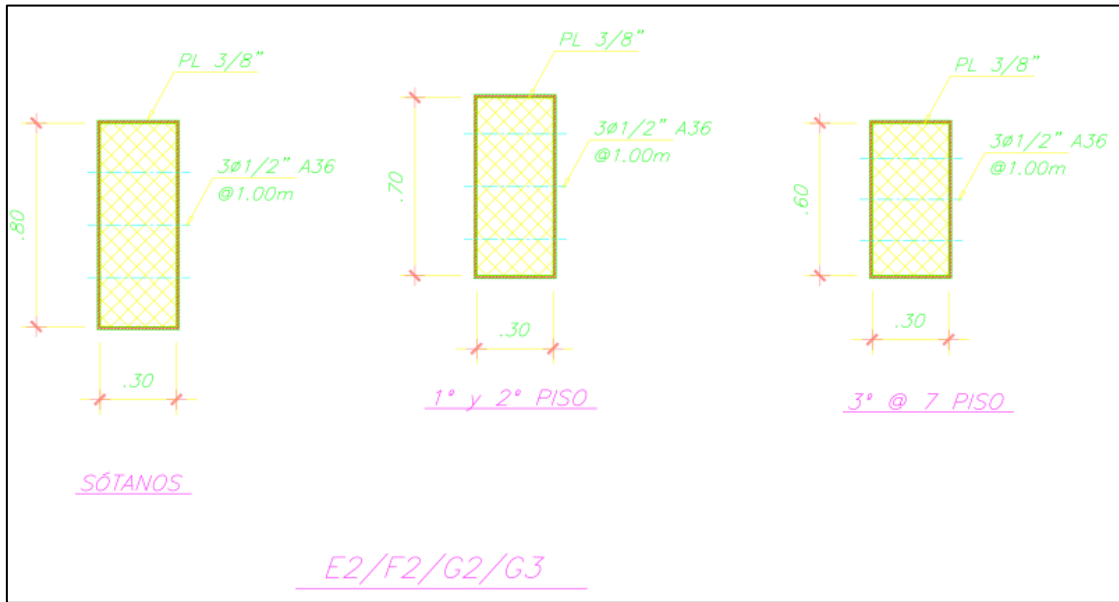
De la ecuación realizada se halla la capacidad máxima que soporta el enchaquetado de acero.

$$P_o = [0.85 * f'cc * (A_g - A_{st}) + A_{st} * f_y]$$

$$P_o = [0.85 * 313.05 * (1000 - 8 * 2) + 8 * 2 * 4200] = 306.72 \text{ Tn}$$

#### 4.7.1. Columnas a ser reforzada

Figura 11. Detalle de reforzamiento de columnas



De acuerdo al metrado de cargas de las columnas a ampliar, se considera reforzar las columnas de los ejes E2/F2/G2/G3

A continuación, mostramos el cálculo de la columna más cargada. La diferencia de la carga máxima de la columna existente será soportada por el esfuerzo metálico.

Tabla 10. Cálculo de Refuerzo

	b(cm)	d (cm)	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Pu max tn	Pu act tn	% de aumento	Diferencia
Sotano	30.00	80.00	280.00	489.00	580.97	1.18	91.97
1er y 2do	30.00	70.00	280.00	415.00	539.00	1.29	124.00
3er y 4to	30.00	60.00	245.00	323.00	445.00	1.37	122.00
5to a 7mo	30.00	60.00	210.00	243.00	354.00	1.45	111.00

Es este cuando se observa que el Pu max. Existente es menos a Pu max. requerido para la ampliación de los 5 niveles, por lo tiene la necesidad de reforzarlos.

**Tabla 11.** Tabla de espesores de Acero

Dimensiones y Pesos Teóricos

SISTEMA METRICO			SISTEMA INGLES, REFERENCIAL			PESOS TEORICOS		
Espesor mm	Ancho mm	Largo mm	Espesor	Ancho pie	Largo pie	kg/plancha	kg/m <sup>2</sup>	kg/pie <sup>2</sup>
5.9	1200	2400	1/4"	4	8	132.39	46.32	4.30
6.0	1200	2400	1/4"	4	8	135.65	47.10	4.38
6.4	1200	2400	1/4"	4	8	144.69	50.24	4.67
7.9	1200	2400	5/16"	4	8	178.60	62.02	5.76
8.0	1200	2400	5/16"	4	8	180.86	62.80	5.83
9.0	1200	2400	3/8"	4	8	203.47	70.65	6.56
9.5	1200	2400	3/8"	4	8	214.78	74.58	6.93
12.0	1200	2400	1/2"	4	8	271.30	94.20	8.75
12.5	1200	2400	1/2"	4	8	282.60	98.13	9.12
12.7	1200	2400	1/2"	4	8	287.12	99.70	9.26

Para el cálculo del espesor del refuerzo metálico se consideró los siguientes espesores:

Cálculo con Espesor de 1/4"

**Tabla 12.** Calculo de espesor de Acero de 1/4"

Col Met cm <sup>2</sup>	l	r	l/r	Cmax tn	Pu max + C max	Verificación
133.00	270.00	9.04	29.88	191.52	680.52	Ok
121.00	270.00	8.96	30.14	174.24	589.24	Ok
109.00	270.00	8.68	31.11	156.96	479.96	Ok
109.00	270.00	8.68	31.11	156.96	399.96	Ok

Cálculo con Espesor 3/8"

**Tabla 13.** Calculo de espesor de Acero de 3/8"

Col Met cm <sup>2</sup>	l	r	l/r	Cmax tn	Pu max + C max	Verificación
213.00	270.00	13.18	20.49	306.72	795.72	Ok
194.00	270.00	13.03	20.72	279.36	694.36	Ok
175.00	270.00	12.58	21.46	252.00	575.00	Ok
175.00	270.00	12.58	21.46	252.00	495.00	Ok

Cálculo con Espesor 1/2"

**Tabla 14.** Calculo de espesor de Acero de 1/2"

Col Met cm <sup>2</sup>	l	r	l/r	Cmax tn	Pu max + C max	Verificación
281.00	270.00	19.09	14.14	404.64	893.64	Ok
253.00	270.00	18.73	14.41	364.32	779.32	Ok
231.00	270.00	18.39	14.68	332.64	655.64	Ok
231.00	270.00	18.39	14.68	332.64	575.64	Ok

En las tablas 12, 13 y 14, se observa los resultados de los diferentes espesores de la plancha metálica donde indica que las cargas máximas de las secciones de las planchas de acero tienen la capacidad de carga que necesita la columna existente.

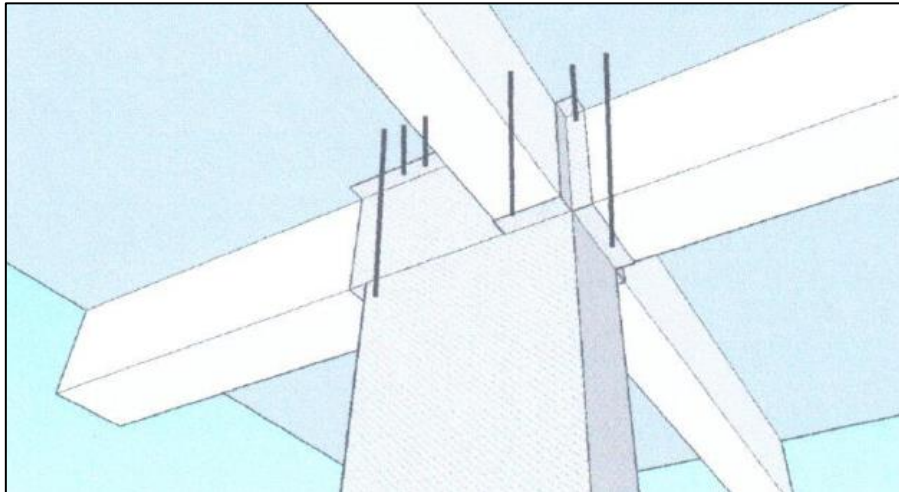
De las tablas 14, se puede apreciar la suma de la resistencia de los elementos de concreto armado y los elementos metálicos son mayores que las cargas actuales para los once pisos.

La capacidad de carga del espesor de 1/4" de la plancha metálicas aumenta en un 10%, el espesor de 3/8" aumenta una capacidad de 30% de carga máxima y espesor de 1/2" aumenta 35% de capacidad.

Por lo que de acuerdo a los cálculos se está proponiendo utilizar el espesor de 3/8" para el reforzamiento ya que su capacidad de carga aumenta en un 30% está dentro del margen, teniendo en cuenta que el espesor de 3/8" es muy comercial, al contrario de los demás espesores propuestos.

En cuanto al anclaje de las planchas metálicas con las vigas existentes, este se hace con pernos en la losa y solo uno atraviesa la viga. Este proceso no afectara la resistencia de las vigas existentes.

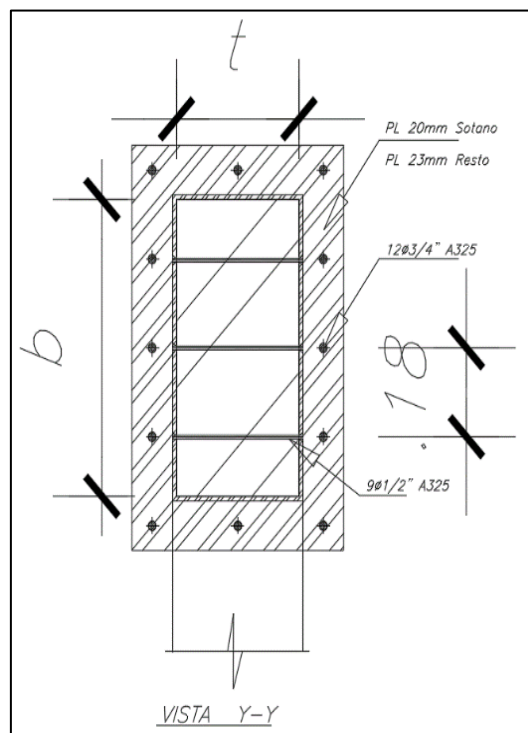
**Figura 12.** Detalle de pernos pasantes



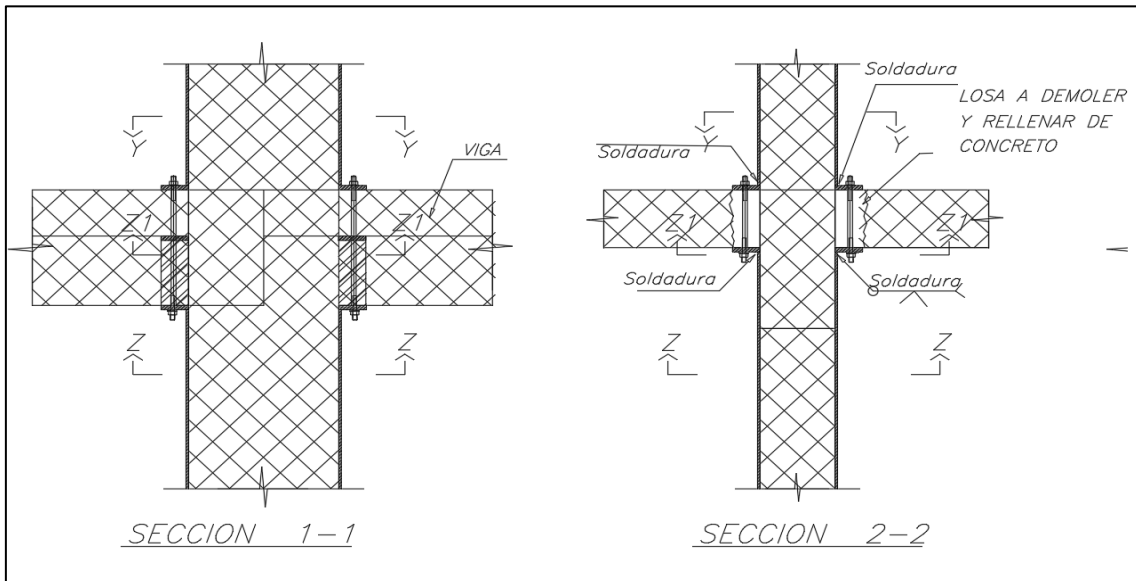
#### 4.7.2. Cálculo de los Pernos de corte para transferencia de Cargas

El área de corte de los pernos es  $12 \times 2.85 \text{ cm}^2 = 34.20 \text{ cm}^2$ . El esfuerzo cortante en los pernos de  $\frac{3}{4}$ " A325 es  $0.75 \times F_y \times A_b = 0.75 \times 5600 \times 34.20 = 143,034.00 \text{ Kg} = 143.034 \text{ tn}$ . Valor razonable para transmitir la fuerza de la columna de concreto a las columnas metálicas.

**Figura 13,** Detalle de Pernos



**Figura 14, Detalle de anclaje de Pernos**



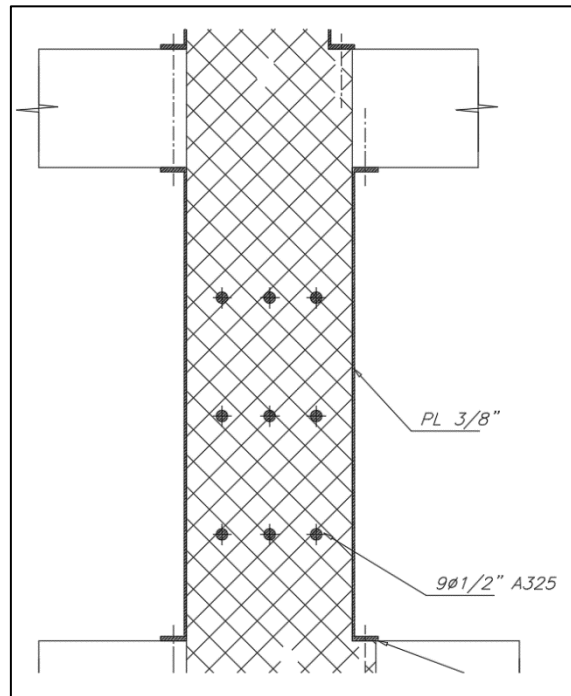
Para la separación entre pernos y distancia de bordes de placa metálica se tiene, según el manual de AISC.

**Tabla 15.** Distancias mínimas y máximas en conexión emperradas

<b>Distancias mínimas y máximas en conexiones</b>	
Distancia mínima entre centros de pernos	3 veces el diámetro
Distancia máxima entre centros de pernos	30.5 cm
Distancia mínima al borde de placas	2 veces el diámetro
Distancia máxima al borde de placas	15 cm

El área de corte de los pernos es  $9 \times 1.29 \text{ cm}^2 = 11.61 \text{ cm}^2$ . El esfuerzo cortante en los pernos de  $\frac{1}{2}$ " A325 es  $0.75 \times F_y \times A_b = 0.75 \times 5600 \times 11.61 = 48,762.00 \text{ Kg} = 48.762 \text{ tn}$ . Valor razonable para transmitir la fuerza de la columna de concreto a las columnas metálicas.

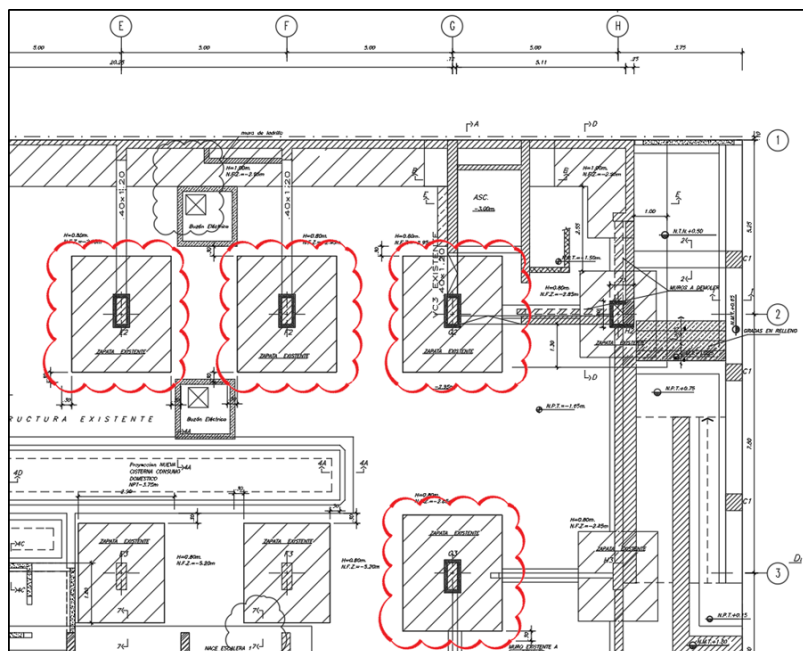
**Figura 15.** Detalle de anclaje de Pernos en columna



#### 4.7.3. Procedimiento de reforzamiento de columnas con planchas Metálicas

Se procederá realizar el levantamiento previo de las medidas de cada columna para la fabricación en planta de las planchas que se instalarán.

**Figura 16.** Ubicación de columnas a reforzar

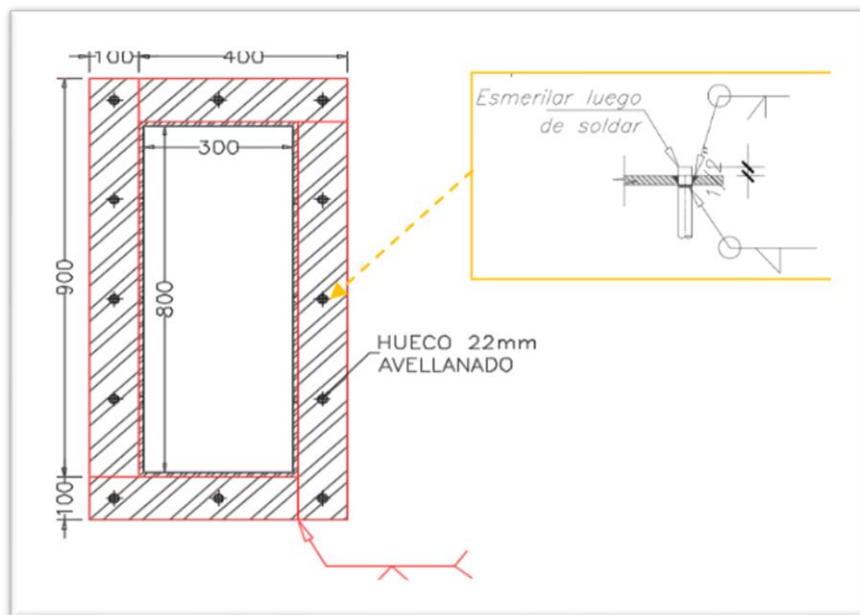


El encamisetado de cada columna seguirá el siguiente esquema:

En las zapatas se procederá a instalar el anillo de platina de 20 mm. de espesor, soldado entre ellas, así también se realizará soldadura tapón a barras de anclaje de  $\frac{3}{4}$ " que previamente han sido instaladas junto al vaciado de la losa de concreto de la zapata existente.

La soldadura a utilizar en todos los procesos es E7018 – 1/8" (supercito)

**Figura 17. Detalle de platina**



**Figura 18. Instalación de platina en zapata existente**

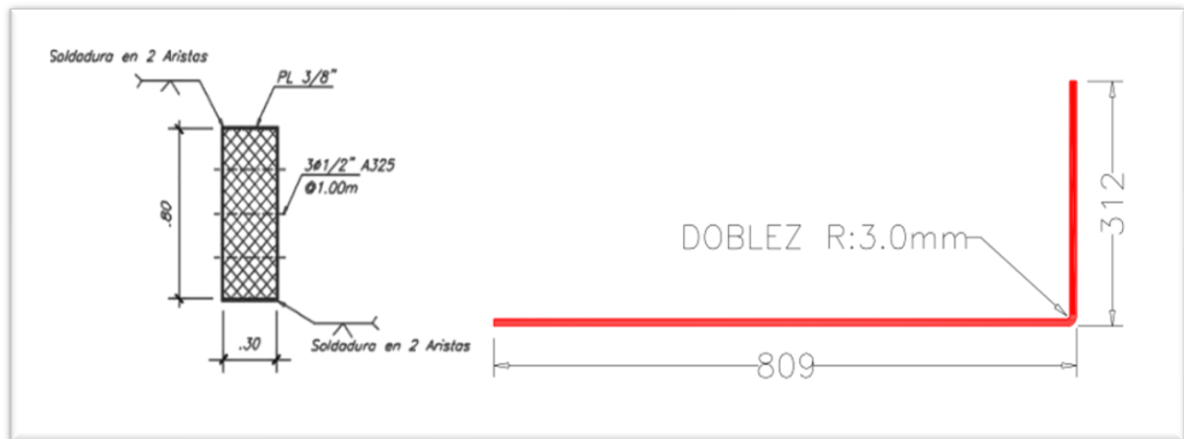




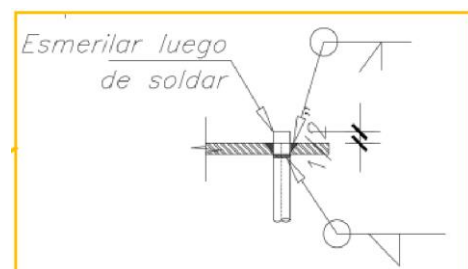
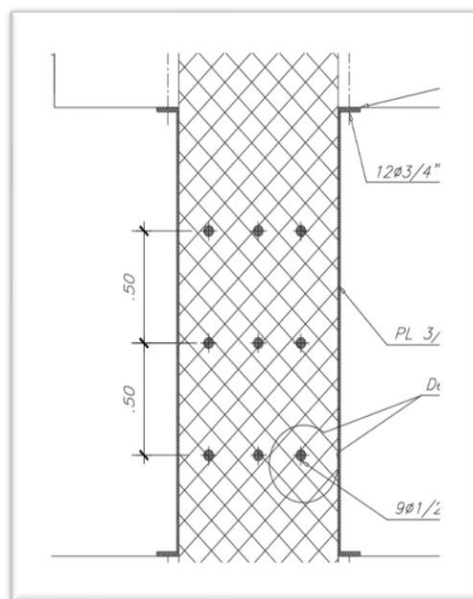
La columna existente (30 cm X 80 cm) será forrada con la plancha metálica A36 de 9.5 mm

Para lo cual las planchas se fabricarán en forma de L (809 x 312 mm – media exterior) con dobléz en una esquina, con altura de 2.45 ml (se ratificará in situ)

**Figura 19.** Dimensión de Plancha Metálica



Las planchas de 9.5 mm en forme de L serán preparadas en obra con huecos de 13.0 mm avellanado para que la barra de 1/2" que previamente han sido instaladas y puedan atravesar las planchas para ser soldadas según detalle típico.



**Figura 20.** Detalle de colocación del perno pasante

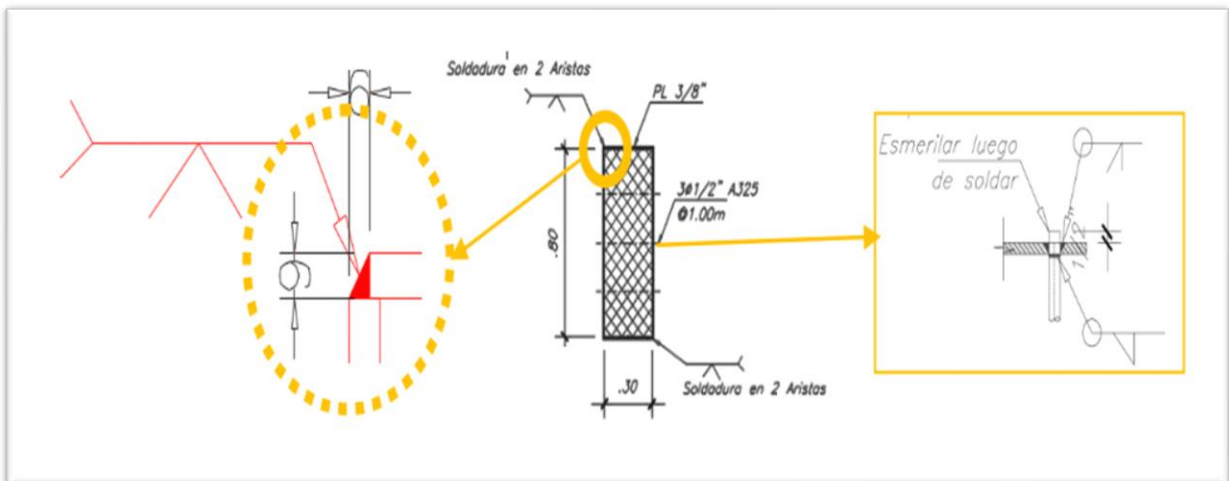
Al lado de la columna de concreto se armará un andamio de 2.40 m de altura, la cual servirá de ayuda para poder parar la plancha que ha sido habilitada, la plancha metálica tiene un peso de 320 kg aproximadamente, el cual será izado de forma manual con un teque de 1 ton.

**Figura 21. Detalle de Plancha Metálica**



Una vez parada las 2 planchas que formarán parte del forro metálico de la columna de concreto, se procederá a realizar soldadura vertical corrida supercito 7018 de 1/8" en dos de las esquinas de la columna y tiene los pernos de 1/2".

**Figura 22. Detalle de Soldadura**

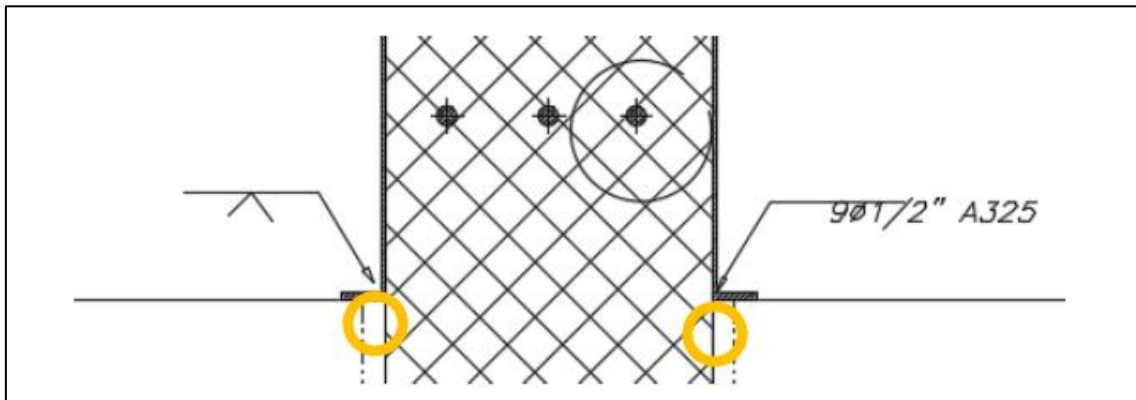


**Figura 23.** Columna soldada con pernos pasantes



Después de soldar a todo lo largo del refuerzo, se procederá a realizar la soldadura que une el forro de 9.5 mm con la plancha de anclaje de la base y de igual forma con las planchas de viga de la parte superior.

**Figura 24.** Detalle de fijación



Al finalizar todos los procesos de soldadura, se realizará la prueba de tinta penetrante para así observa que la soldadura no tenga ninguna porosidad y esa continua.

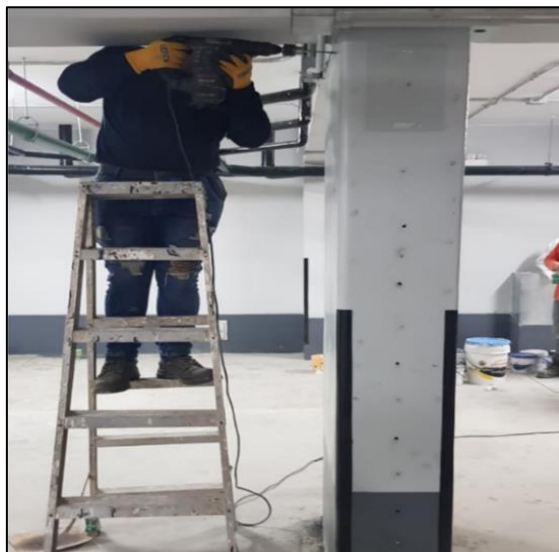
**Figura 25.** Ensayo de Tinta Penetrante



Luego que se haya realizado el procedimiento de la colocación de la plancha metálica en las columnas de concreto existente se dará inicio a los trabajos de inyección con resina epóxica de baja viscosidad para espacio vacíos en revestimiento metálico de columnas.

- Se sellarán los bordes superiores e inferiores con epóxico gel a fin de que no escape el producto inyectado a la hora de iniciar los trabajos de inyectado de la resina epóxica.
- Se harán perforaciones en las placas metálicas de cada columna a cada 30 cm (horizontal / vertical) desde la parte inferior, entre ellas habrá una pequeña elevación (diagonal) de 20° aproximadamente.

**Figura 26.** Perforación de Plancha Metálica



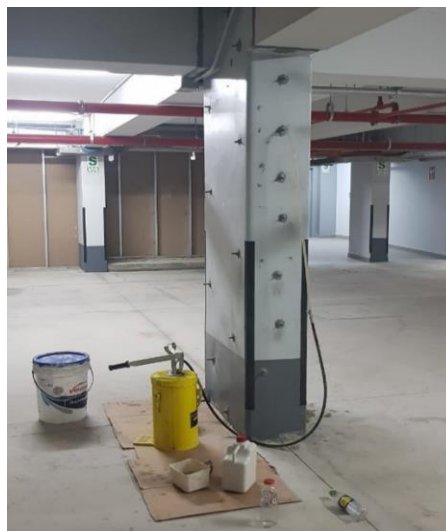
- Cada perforación se hará con broca para metal con un diámetro de 0.10 mm
- Limpieza profunda con aire a presión en cada orificio.
- Se coloca uno pequeños tubitos de cobre en cada orificio empezando desde la parte inferior.
- Se prepara el aditivo de resina epóxica de baja viscosidad mezclando homogéneamente hasta tener su consistencia viable para su inyección.

**Figura 27.** Resina epóxica



- Así mismo se alista la bomba neumática para la ejecución del inyectado, se dispara la resina epóxica en cada orificio escaladamente con el fin de que brote la resina en el orificio próximo dando luces de su llenado, así sucesivamente hasta llegar a la parte superior de toda la columna.

**Figura 28.** Colocación de resina epóxica



- Cada orificio rellenado se sella con resina epóxica tipo gel, dejando al ras el acabado, finalmente se pinta homogéneamente la estructura metálica.

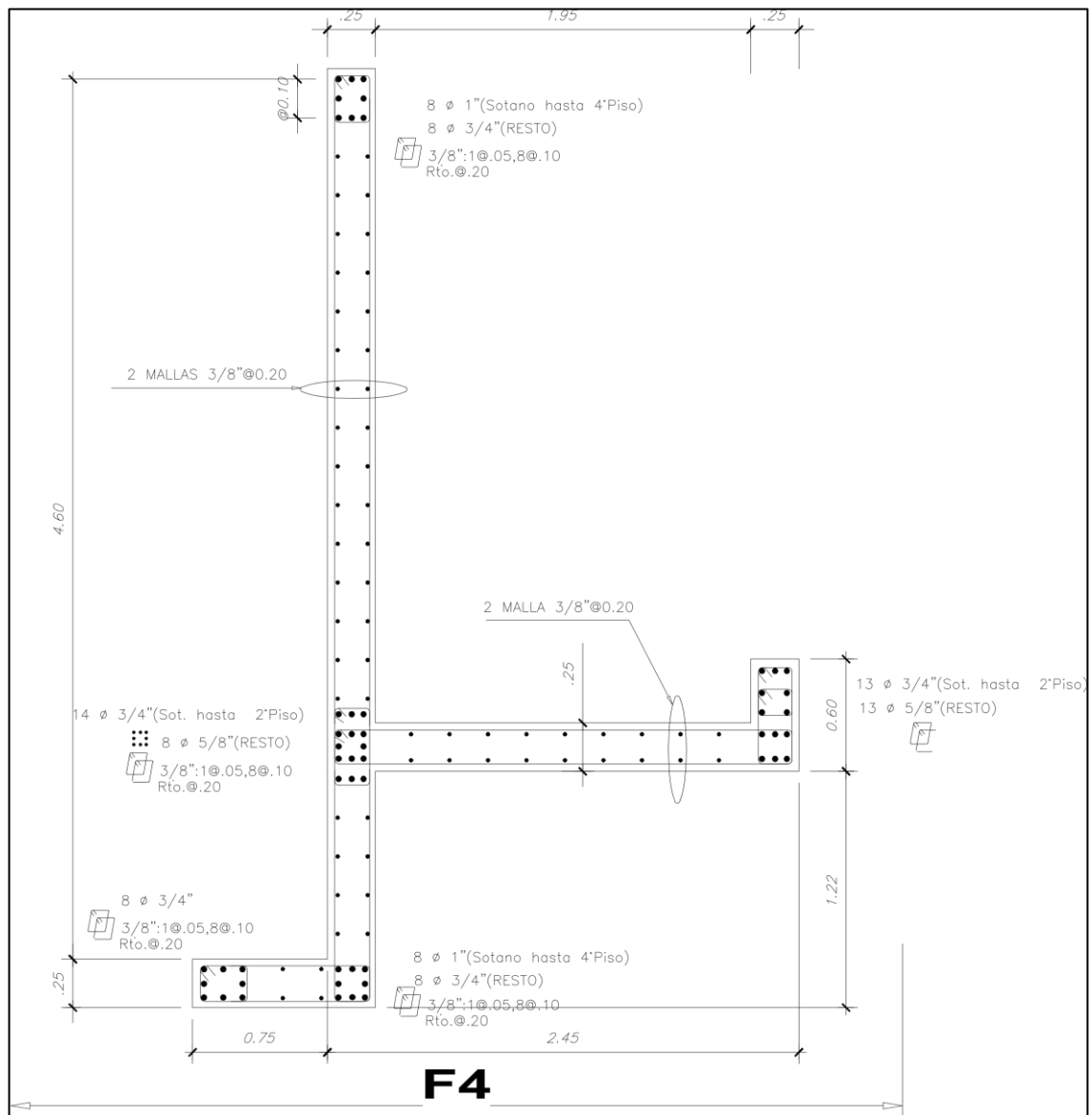
A continuación, se hará la revisión de los elementos existentes que continuaran en el proceso de ampliación:

### Placas:

La estructura cuenta con una buena densidad de placas; por tal motivo, el edificio cuenta con una buena rigidez lateral que restringe los movimientos laterales. Esto se ve reflejado en los desplazamientos laterales que son bajos.

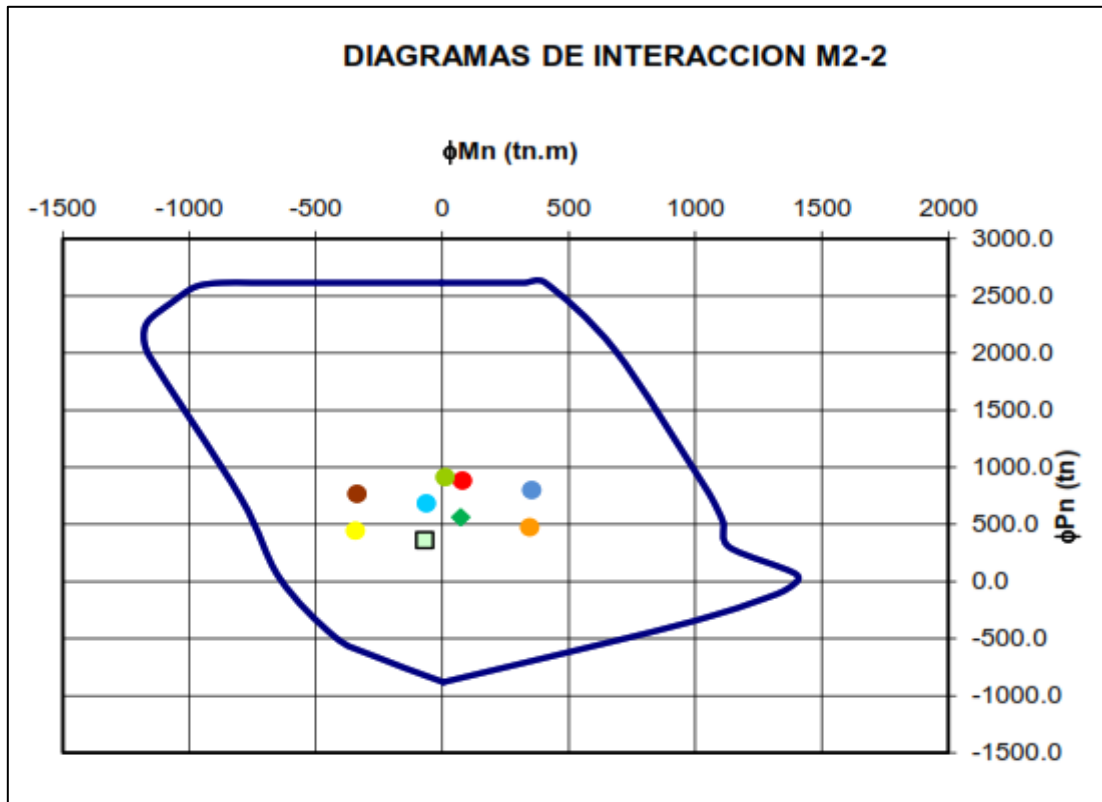
Por Ejemplo, se verificó la Placa F4. La siguiente figura muestra el armado de esta placa

**Figura 29. Placa F4**

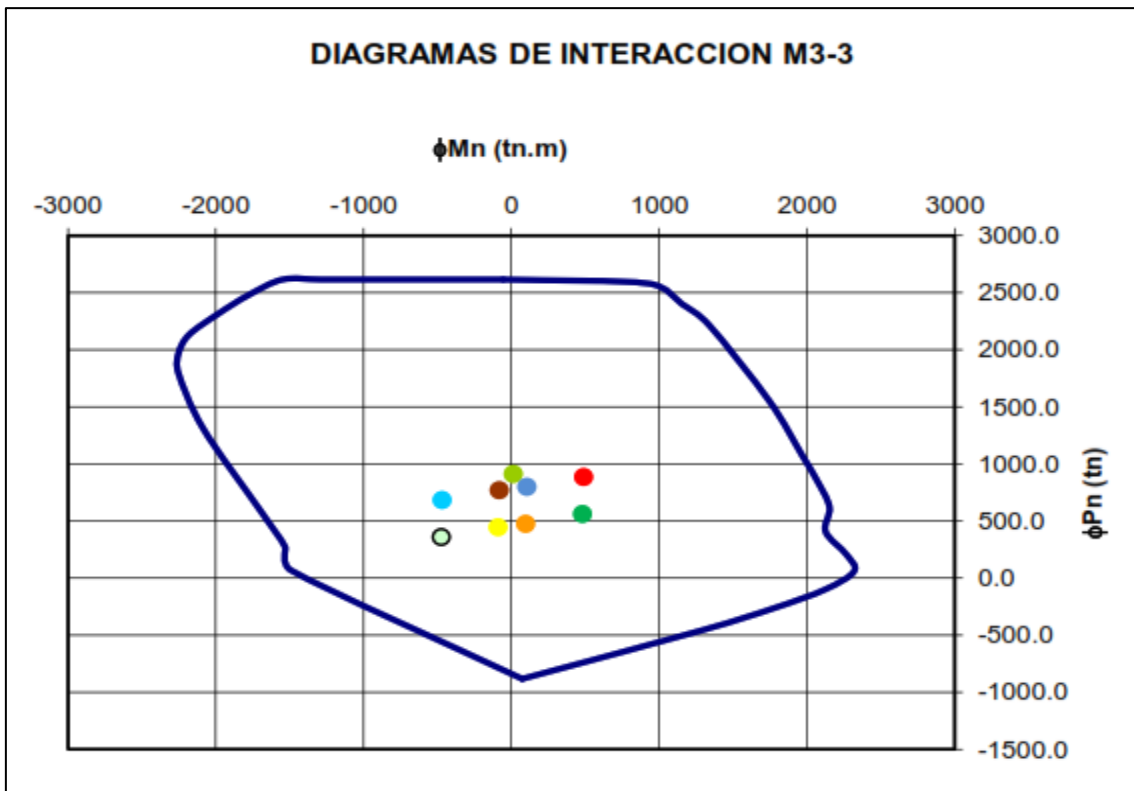


A continuación, se muestran los resultados de resistencia de la placa en cada dirección:

**Figura 30.** Diagrama Interacción. Placa F4. Piso 1. Dirección X



**Figura 31.** Diagrama Interacción. Placa F4. Piso 1. Dirección Y



Como se puede Observar de los diagramas de interacción, las placas tienen la suficiente resistencia para las solicitaciones requeridas.

En la siguiente tabla se resumen el diseño a corte de la placa en cada dirección.

**Tabla 16 .** Diseño a corte de placa F4

<b>Dirección</b>	<b>Vu (t)</b>	<b>Acero Colocado</b>	<b><math>\phi</math> Vn (t)</b>
X-X	66	$\phi$ 3/8" @ 20 CM	102
Y-Y	50	$\phi$ 3/8" @ 20 CM	164

Del análisis realizado, se puede concluir que el acero propuesto para resistir el cortante es el adecuado.

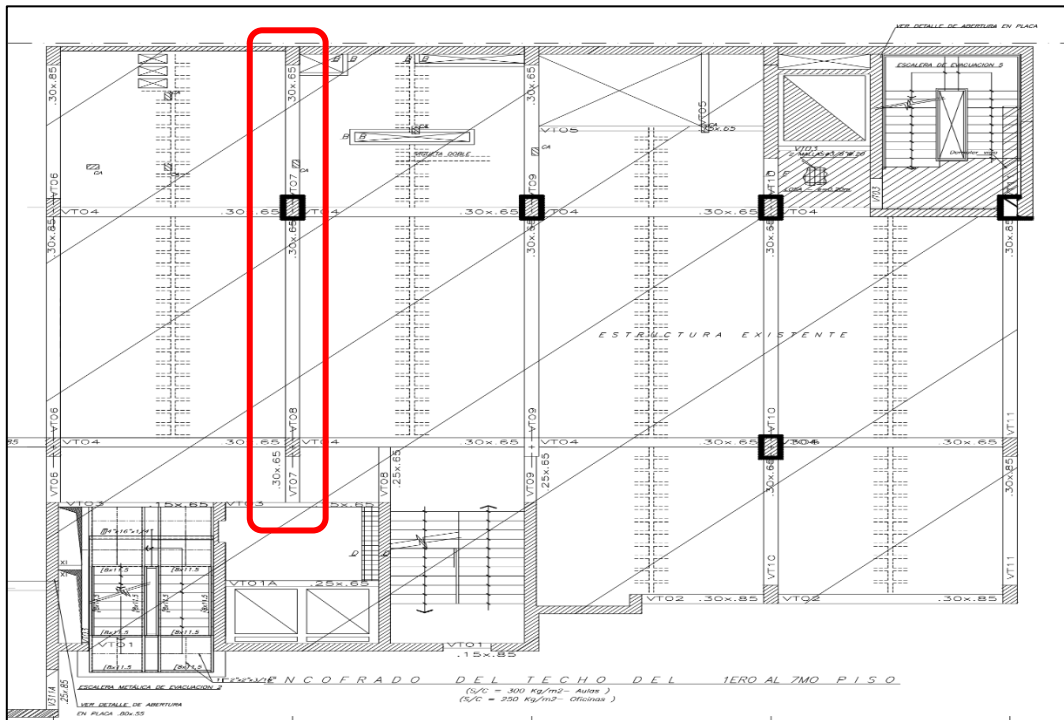
Al igual que en las columnas, es recomendable hacer los detalles para el empalme de las varillas de las placas nuevas, sobre las placas existentes. Actualmente no se cuenta con mechas en el último nivel existente. Por lo que será necesario anclar o conectar las varillas nuevas a las existentes para hacer la ampliación.

### **Vigas**

Se verificaron las vigas tanto de los pisos existentes como de los niveles nuevos. Como por ejemplo de diseño se muestra la viga VT07 en el piso 5 y la viga VT069 en el piso 8



**Figura 32. Ubicación viga VT07 Piso 5**



Las siguientes tablas resumen el análisis a flexión de la viga VT07 del piso 5

**Tabla 17 . Diseño Viga VT07**

	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
Mu (-) (t-m)	-	-	15.6	26.3	-	27.8	18.7	-	14.9
Mu (+) (t-m)	-	-	6.8	7.8	15.7	7.8	6.4	5.9	7.85

	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
As (-) requerido (cm <sup>2</sup> )	-	-	7.35	12.9	-	13.72	8.9	-	7.02
As (+) requerido (cm <sup>2</sup> )	-	-	3.11	3.6	7.4	3.6	2.9	2.7	3.6

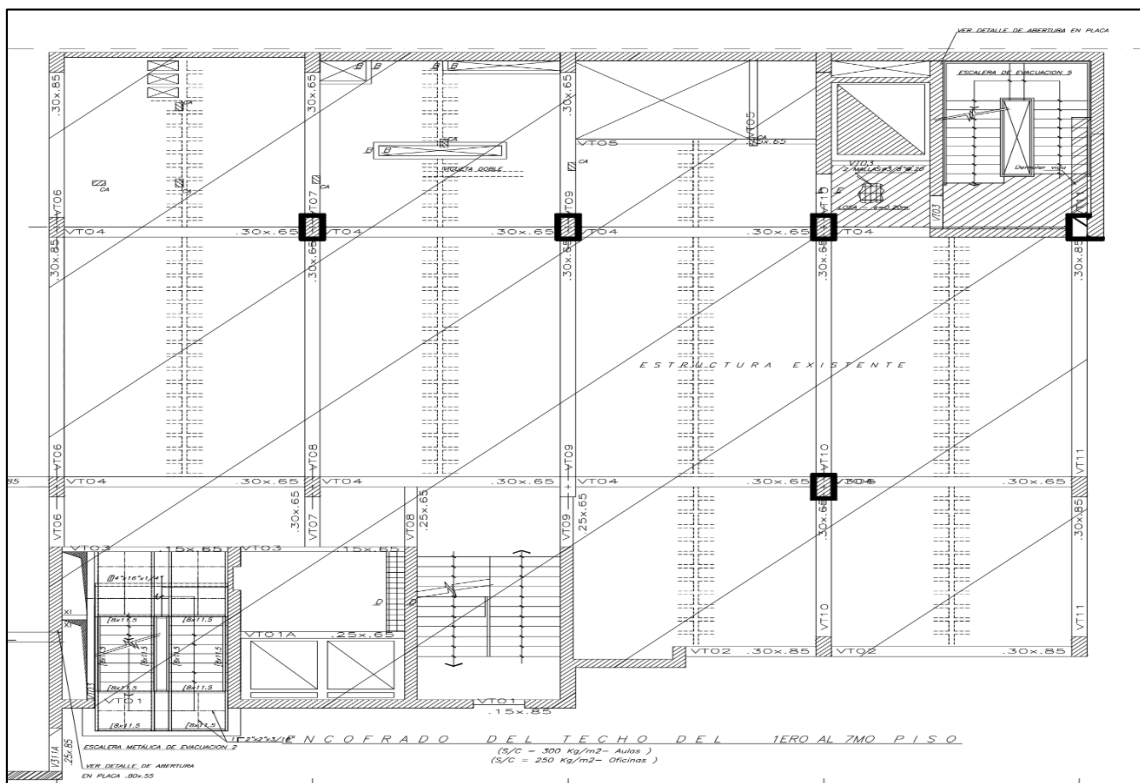
	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
As (-) colocado (cm <sup>2</sup> )	-	-	17.78	17.78	-	17.78	17.78	-	5.7
As (+) colocado (cm <sup>2</sup> )	-	-	5.70	5.7	11.4	5.7	5.7	5.7	5.7

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la viga tiene un déficit a flexión en un extremo de la viga. Se considera dentro del margen de redistribución de momentos.

La resistencia a la fuerza cortante se da por el aporte de la resistencia del concreto junto con la resistencia de los estribos. La viga tiene una distribución de estribos cada 10 cm. La resistencia a corte de la viga es mayor al cortante máximo de diseño.

$$\phi V_n = 41 \text{ ton} > V_u \text{ max} = 22 \text{ ton}$$

**Figura 33. Ubicación viga VT09 Piso 8**



Las siguientes tablas resumen el análisis a flexión de la viga VT09 del piso 8

**Tabla 18.** Diseño Viga VT09

	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
Mu (-) (t-m)	11.4	0.0	13.5	26.3	-	27.9	16.2	-	11.1
Mu (+) (t-m)	11.4	0.0	5.6	7.8	15.9	8.1	4.6	4.8	6.00

	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
As (-) requerido (cm <sup>2</sup> )	5.3	-	6.32	12.9	-	13.8	7.6	-	5.15
As (+) requerido (cm <sup>2</sup> )	5.3	-	2.55	3.6	7.5	3.72	2.1	2.2	2.75

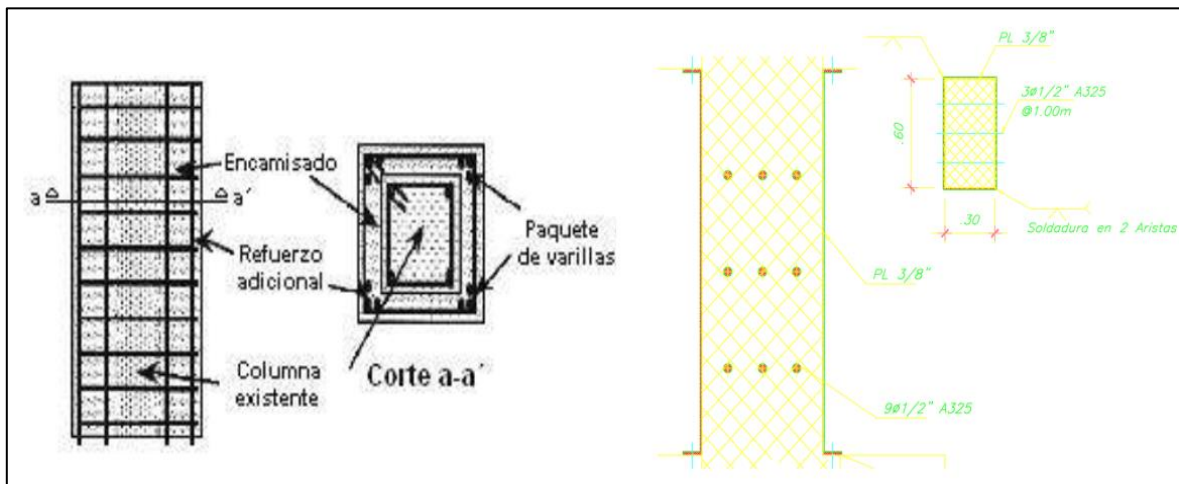
	TRAMO 1			TRAMO 2			TRAMO 3		
	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha	Izquierda	Centro	Dercha
As (-) colocado (cm <sup>2</sup> )	17.78	-	17.78	17.78	-	17.78	17.78	-	5.7
As (+) colocado (cm <sup>2</sup> )	5.7		5.70	5.7	11.4	5.7	5.7	5.7	5.7

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la viga tiene una adecuada resistencia a las sollicitaciones requeridas

## **V. DISCUSIÓN**

1. La investigación del proyecto se encuentra ubicada en la Av. Gregorio Escobedo N° 598, distrito de Jesús María, Lima, Se tiene que el edificio estructural existente es de un sistema aporticado y su diseño inicial es de 7 pisos y no obstante el incremento de altura, este caso el aumento de 4 niveles más podrían perjudicar el estado actual, para ellos se ha realizado un estudio de diamantina y un metrado de cargas para identificar los elementos más vulnerables y críticos para la futura ampliación, para eso se generó la propuesta de reforzar las columnas críticas con un material accesible (Planchas Metálicas) y adicionando un aditivo semi-viscoso para unir el elemento existente y nuevo, obteniendo así un aumento de soportar mayor carga con respecto a estructura de concreto existente, acción descrita por Marcelino (2019): “Reforzamiento Estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación” de la Universidad Nacional del Centro del Perú, donde igual al tema del proyecto este tuvo por finalidad realizar el reforzamiento de los elementos estructurales existentes con el encamisado con concreto Armado para una futura ampliación de niveles ya que la sección de las columnas no cumplen con la sección suficiente para transmitir las cargas de los nuevos niveles, en este caso existió una variación en el área de sección de los elementos existentes, por lo que el trabajo de reforzamiento consiste en cubrir con refuerzos longitudinales para así realizar en vaciar una columna que embeba a la existente para que la capacidad sea superior a la existente, este reforzamiento es un sistema resistente al fuego a las acciones medio ambientales o ataques que afecten la durabilidad, acción descrita por Belizario, Christian (2017)

**Figura 34.** Diferencia de Reforzamiento



**Encamisado con refuerzo Longitudinal y concreto**

**Encamisado con Plancha Metálica y Aditivo**

- En el proyecto de investigación de Nayra, Arsemeo (2017) "Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras" indica que el reforzamiento de las columnas existentes el espesor mínimo de encamisado sea de 10 cm para concreto premezclado y de 4cm para concreto lanzado, la cuantilla del acero de refuerzo al área de encamisado debe estar limitado entre 0.015 a 0.04 y por lo menos se debe utilizar el acero en barra N° 5. Tomando la información de Nayra y Arsemeo se puede apreciar que el área de la columna crece en un 52% de su área actual, eso disminuye áreas de ambientes nuevos, caso contrario con la propuesta del presente proyecto ya que el área de la columna crece un 8.15% del área actual.

**Tabla 19.** Diferencia de Tipo de Reforzamiento

<b>Autor</b>	<b>Tipo de Reforzamiento</b>	<b>% de area</b>
Marcelino 2019	Reforzamiento con plancha Metálica	8.15%
Nayra, Arsemeo 2017	Reforzamiento con concreto Armado	52.00%

3. Bazán, Jorge (2015) “Estudio experimental y numérico del comportamiento de flexión de vigas de concreto armado reforzadas con banda de FRP” el estudio del material propuesto de Fibra de Carbono para que el modelo simule las respuestas a Flexión de una viga de concreto, No propuse para el reforzamiento el material de fibra de carbono por que el precio es mas elevado que la plancha metálica de acero. Pero los dos cumplen con la función de reforzar elementos estructurales de acero.
  
4. El proyecto de investigación de Pariona, Eduardo (2014) “Propuesta para determinar el reforzamiento de edificaciones existentes” El método de Hirosawa se utilizó oficialmente en Japón y recomienda tres niveles de evaluación, que van desde lo simple hasta lo detallado

## **VI. CONCLUSIONES**



Las conclusiones del siguiente informe de investigación fueron los siguientes:

**1. Conclusión en base al objetivo 1:**

Se verifico que el reforzamiento de la columna con planchas metálicas mejora la resistencia del elemento de concreto armado de la edificación, ya que es capaz de amoldarse a las condiciones sin problema, viendo que supera en 25% a la resistencia de la columna existente del proyecto.

Se ha propuesto realizar el reforzamiento con el espesor de plancha metálica de 3/8", porque de acuerdo al cálculo satisface la carga adicional y de igual manera es un espesor de acero comercial, se habría podido considerar espesor menor de 3/8" pero su proceso de fabricación demoraría para la realización del proyecto ya que no es muy comercial.

**2. Conclusión en base al objetivo 2:**

La presencia de la incorporación del aditivo mejora la trabajabilidad de ambos elementos (columna existente y plancha metálica) generando una capacidad más óptima para unir los dos materiales y así su trabajabilidad de los dos elementos sea monolítica.

**3. Conclusión en base al objetivo 3:**

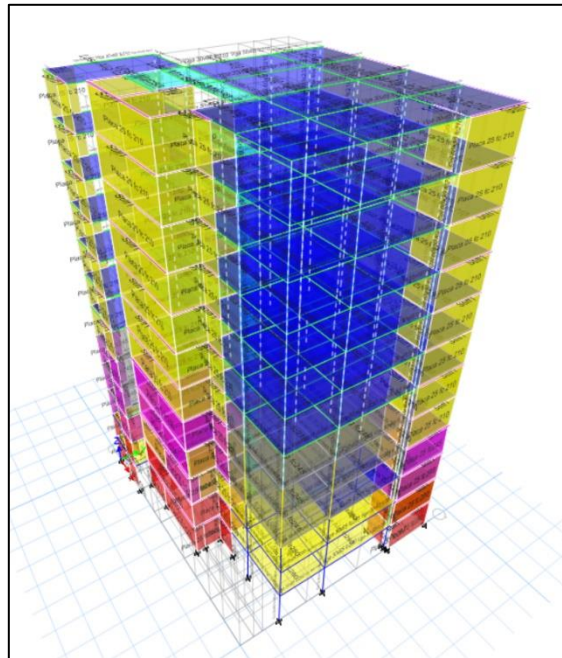
El proceso constructivo que permite la ejecución del reforzamiento con encamisetado con planchas metálicas, permitirá realizar el trabajo en menor tiempo posible por lo que se está optimizando procesos constructivos. Por ejemplo, en el reforzamiento se omite la realización de colocación de la malla de acero en el borde de la columna a reforzar, el encofrado de columna y el vaciado correspondiente del ensanchamiento, todo esto en la propuesta del reforzamiento de encamisetado de concreto Armado.

**4. Conclusión en base al objetivo General:**

El análisis del reforzamiento estructural empleando planchas metálicas como se observa en la imagen, el edificio Sede Central usando este tipo de reforzamiento presenta mejores condiciones de resistencia a carga, aumentando los 4 nivel más, ya que en nuestro diseño en ETABS no muestra

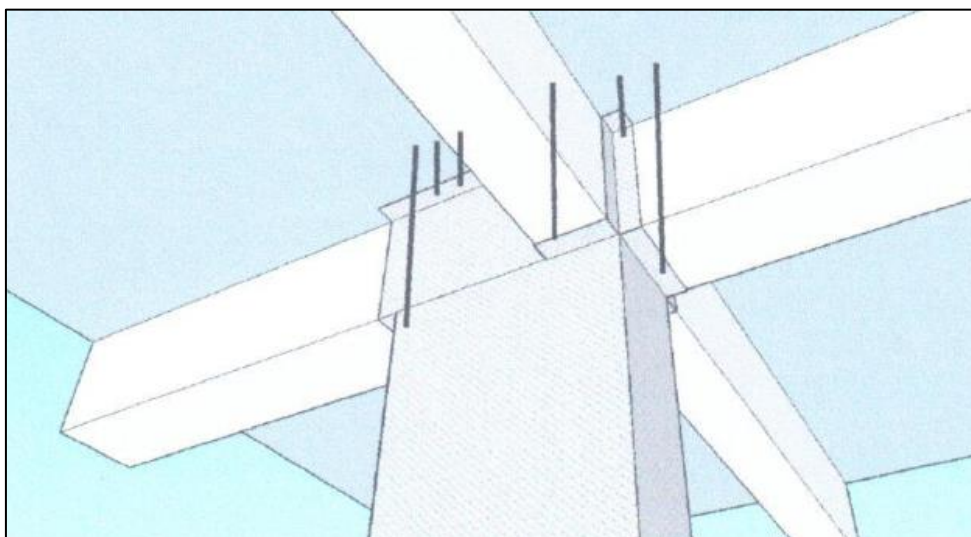
ninguna columna en Rojo, lo cual se refleja que es accesible los niveles adicionales.

**Figura 35.** Modelamiento 3D



La continuidad estructural de los elementos a reforzar estará garantizada por los anclajes verticales que unen las planchas metálicas en el nivel de la losa de techo. Son 12 anclajes de  $\varnothing 3/4$ " por cada nudo, y solo uno de los anclajes atraviesa cada viga en lo eje medio longitudinal. Además, las planchas rodean la unión de vigas con columna.

**Figura 36.** Detalle de anclaje de vigas



## **VII. RECOMENDACIONES**

En referencia al uso del reforzamiento usando planchas metálicas se recomienda que se realice solamente de las 4 columnas que son necesario de acuerdo al metrado de cargas para que los elementos desarrollen su resistencia de manera recomendable.

Por lo tanto, el refuerzo del encamisetado con planchas metálicas y la colocación del aditivo semi viscoso genera grandes resultados estructurales y un comportamiento óptimo para tu vida útil del elemento estructural.

Se recomienda hacer un detallado del refuerzo de la plancha en los encuentros de viga columna y garantizar la trasmisión de las cargas. Así mismo ver la facilidad constructiva de los pernos pasante debido a la congestión del refuerzo en el encuentro de los nudos.

Es recomendable que se haga un plano con el detalle de anclaje de todos los refuerzos verticales, que de acuerdo a lo indicado será con epóxico de inyección se deberá tener especial cuidado al anclar las nuevas varillas para que no exista interferencia con la varilla existente, y que se cumplan con los espaciamientos mínimos para que el anclaje tenga la eficiencia considerada.

Se podría optimizar el proyecto si las vigas de la azotea se separan de las vigas de piso típico debido a que la azotea la sobrecarga de carga viva y carga muerta es menos a los pisos típicos del edificio.

Es recomendable estudiar el comportamiento de los materiales con el que se reforzara está presente investigación, mediante ensayos de deformación, fluencia y tracción para así diseñar, desarrollar una investigación deseada óptima para los diversos proyectos futuros.

Recomiendo que los profesionales y estudiantes de la carrera de ingeniería realices nuevas investigaciones basando con el material de planchas metálicas tal cual este proyecto consiste o otros materiales de reforzamiento nuevos, ya que la plancha metálica no es nueva en el proceso de reforzamiento en la construcción y se tiene pocos datos sobre el material.

## Referencias

- Jácome, Pablo (2016). Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto
- Sika, (2017). Artículo Reforzamiento de estructuras de Concreto.
- Oviedo, (2015) Artículo llamado “Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado
- (Rosero, L., 2013) con su Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (Fiber Reinforced Polymers).
- Astorga & Aguilar (2006), Estos refuerzos por lo general se centran en las columnas del edificio
- Jácome (2016). Técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto.
- Natam (2016). Análisis y diseño de reforzamiento de estructuras de hormigón armado deficientes, con estructura metálica.
- Aguilar, García, Menéndez, Zevallos y Palacios (2016). Análisis y reforzamiento de una estructura afectada por el terremoto.
- Pedro, (2016), Estudio del Refuerzo Estructural con fibra de carbono.
- Campos (2019) Investigación de Diseño de reforzamiento de columnas y vigas con la técnica del encamisetado.
- Belizario, (2017). Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado.
- Nayra, (2017). Investigación del Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras
- Lovera, Luis (2016). El refuerzo de estructuras de concreto armado con aceros de grado 75 en el Perú.
- Fernández (1994), citado en Revollo y Delgado (2017, p. 55)
- Bazán, (2015). Estudio experimental y numérico del comportamiento de flexión de vigas de concreto armado reforzadas con banda de FRP
- Susaca (2016). Nivel de desempeño de una estructura aporticada de cinco niveles aplicado a la evaluación y reforzamiento.
- Norma Peruana de Diseño en Concreto Armado E.060. Colegio de Ingenieros del Perú.

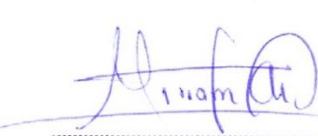
Sakino, K. y Sun Y. (2000) Steel Jacketing for Improvement of Column Strength and Ductility. (Investigación hecha en Japón)

## **VIII. ANEXOS**





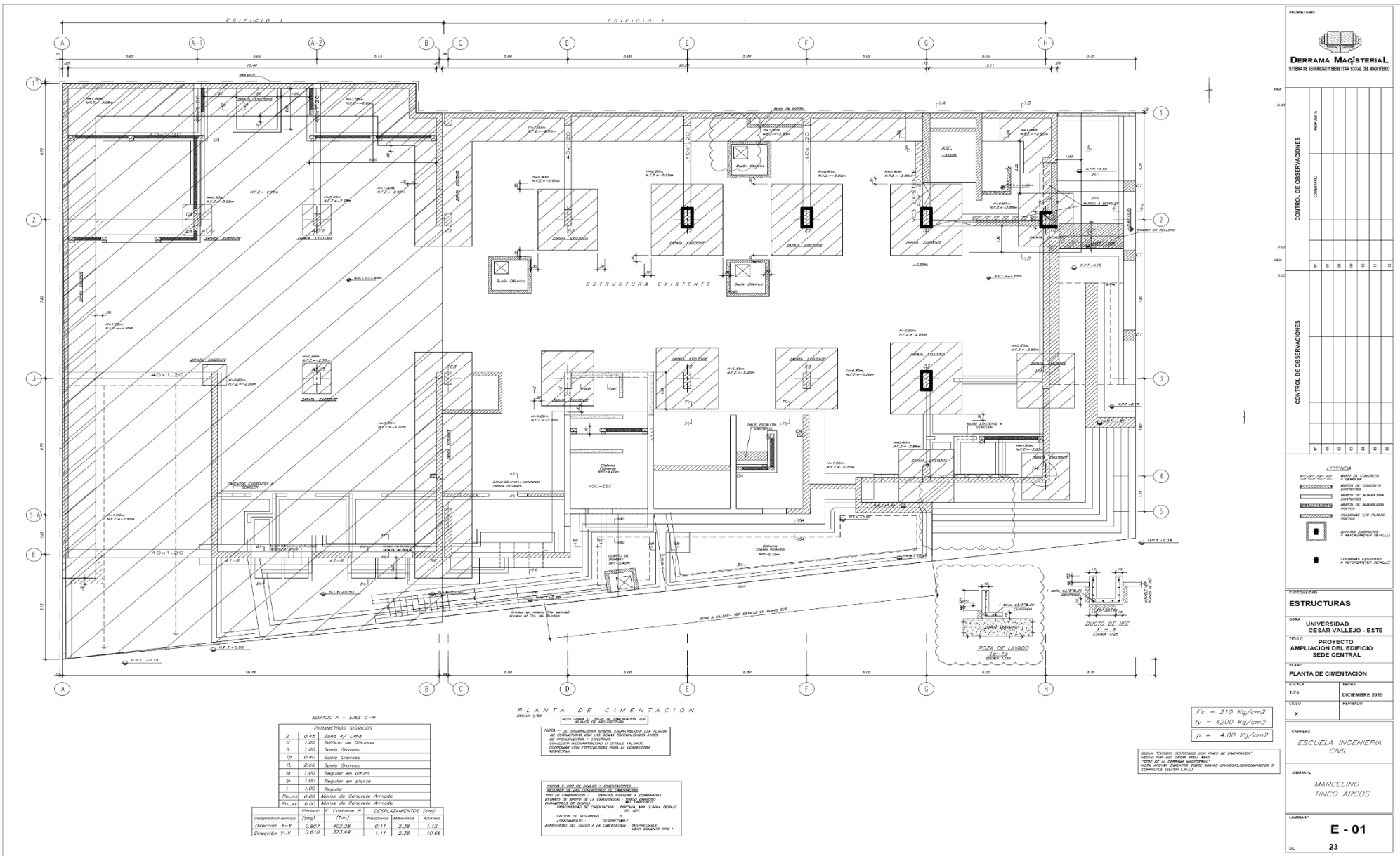
## Instrumento de Recolección de Datos

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
<b>Revisor:</b>	Ing. Miriam Choquehuanca Condori
<b>Sobre Carga</b>	
Estacionamientos	250 kg/m <sup>2</sup>
Piso Intermedios	250 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	100 kg/m <sup>2</sup>
<b>Resistencia del Terreno</b>	4.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Combinaciones de Cargas</b>	
1.4 M + 1.7 V	M = carga muerta
1.25 (M + V) = + S	V = carga viva
1.25 (M + V) = - S	S = carga de sismo
0.90 M + S	
0.90 M - S	
<b>Parametros - Normal E-0330</b>	
Factor de zona	Z = 0.45 (Lima, zona 4)
Factor de Importancia	U = 1.0 (Edificaciones comunes)
Parametros del Suelo	S = 1.0
	Tp = 0.4 seg.
	TL = 2.5 seg
Factores de Reducción	Rx = 6.00 (Muros de Concreto Armado)
	Ry = 6.00 (Muros de Concreto Armado)
Factor de Amplificación Sismica	$C = 2.5 \left\{ \frac{T_p}{T} \right\} \quad C \leq 2.5$
<b>Formula de Revestimiento de acero para mejorar la resistencia y ductibilidad de la columna (sakino &amp; sun (2000))</b>	
	$f_c' = K f_c \frac{aX + (b - 1)X^2}{1 + (a - 2)X + bX^2} \quad \left( X = \frac{\epsilon_s}{\epsilon_{cs}} \right)$
	where
	$K = \frac{f_{cs}'}{f_c} = 1 + 11.5 \frac{\rho_s f_{yt}}{f_c} \left( \frac{t}{B - 2t} \right)$
	$\rho_s = \left( \frac{B}{B - 2t} \right)^2 - 1, \quad a = \frac{E_s}{E_{sc}} = \frac{E_s \epsilon_{cs}}{K f_c}$
	$\frac{\epsilon_{cs}}{\epsilon_s} = \begin{cases} 1 + 4.7(K - 1) & K \leq 1.5 \\ 3.35 + 20(K - 1.5) & K > 1.5 \end{cases}$
	$b = 1.5 - 0.017 f_c' + 2.4 \sqrt{\frac{(K - 1) f_c'}{23}}$
	$\epsilon_s = 0.94 (f_c')^{-1} 10^{-3}$
	$E_s = \left( 0.69 + 0.332 \sqrt{f_c'} \right) \times 10^4 \quad (\text{in MPa})$
	in which
	$f_c'$ = strength of concrete cylinder (in MPa) $\rho_s, f_y, t$ and $B$ = volumetric ratio, yield stress, thickness and outside width of steel jacket.
 MIRIAM P. CHOQUEHUANCA CONDORI ING CIVIL C.I.P. 76561	

## Matris de Operacionalidad

VARIABLE	OPERACIONALIZACION DE VARIABLE			
	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
VI: Análisis del diseño de reforzamiento estructural	<p>Hernández, Y. (2009) mencionó: "Para realizar el reforzamiento estructural se tiene que modificar la configuración sísmica tomando en cuenta los siguientes Criterios: Rigidez Resistencia Ductibilidad Simetría Continuidad</p>	<p>El reforzamiento estructural está dirigido a incrementar la capacidad de carga y serviciabilidad de una estructura existente</p>	Encamisetado Metálico	Análisis Sísmico
				Cortante
				Calculo del refuerzo Metálico
			Aplicación de aditivos	Resistencia a la compresión
				Resistencia a la Tensión
				Resistencia a la flexión
			Gestión de Tiempo	Tiempo de Construcción
				Tiempo de cada actividad constructiva
				Secuencia de actividades
VD: Encamisetado metálico en los elementos verticales	<p>(Lopez 2016), Considero que "El empleo de acero para reforzar elementos de hormigón armado es un método clásico de refuerzo muy conocido por todo el mundo. Dentro de estas técnicas de refuerzo se han planteado diversas tipologías" (p.30)</p>	<p>El encamisetado a la columna con planchas metálicas permite dar mayor resistencia a las columnas frente a sismos</p>	Plancha Metálica	Acero
				Dimensiones
			Soldadura	Tipos de soldadura

# Plano de Cimentación del Proyecto Existente



EDIFICIO A - EJES C-H

PARAMETROS SISMICOS	
Z	0.45 Zona 4/ Lima
W	1.00 Edificio de 6 pisos
S	1.00 Suelo Grueso
Tp	0.40 Suelo Grueso
Tc	2.50 Suelo Grueso
Id	1.00 Regular en altura
Ip	1.00 Regular en planta
T	1.00 Regular
Mu <sub>1</sub>	6.00 Muro de Concreto Armado
Mu <sub>2</sub>	6.00 Muro de Concreto Armado

FUNDACIONES Y CIMENTACIONES (cm)			
Desplazamiento	F <sub>ap</sub>	F <sub>0.05</sub>	Módulo de Acost. (kg/cm <sup>2</sup> )
Dirección X-Y	0.857	452.28	0.11 2.38 1.12
Dirección Y-X	0.610	373.42	1.11 2.38 10.66

**PLANTA DE CIMENTACION**  
ESCALA 1/75 (ver. hoja 6) (ver. de observaciones ver)

NOTA: Se construyeron vigas, columnas y losas de precastor y concreto reforzado para el sistema estructural existente y se agregaron columnas con especificaciones para la conexión existente.

NOTA: Se construyeron vigas y columnas para el sistema estructural existente y se agregaron columnas con especificaciones para la conexión existente.

NOTA: Se construyeron vigas y columnas para el sistema estructural existente y se agregaron columnas con especificaciones para la conexión existente.

NOTA: Se construyeron vigas y columnas para el sistema estructural existente y se agregaron columnas con especificaciones para la conexión existente.

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$   
 $p = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$

SEGA: TESTER OBSERVADO CON FINES DE CIMENTACION\*  
\*NOTA: Este no es un tipo de suelo de la norma peruana.  
NOTA: Se construyeron vigas y columnas para el sistema estructural existente y se agregaron columnas con especificaciones para la conexión existente.

PROPIETARIO:

**DERRAMA MAGISTERIAL**  
SISTEMA DE SEGURIDAD Y BENEFICIO SOCIAL DEL MAGISTERIO

CONTROL DE OBSERVACIONES:

REVISADO	
CONFORMADO	
1	
2	
3	
4	
5	

CONTROL DE OBSERVACIONES:

1	
2	
3	
4	
5	

LEYENDA:

- CONCRETO REFORZADO
- CONCRETO PRECASTOR
- ACEROS
- ACEROS DE ALAMBILLO
- ACEROS DE ALAMBILLO REFORZADO
- ACEROS L/V PLACA REFORZADA
- ACEROS REFORZADOS Y REFORZAMIENTO DETALLADO
- ACEROS REFORZADOS Y REFORZAMIENTO DETALLADO

ESPECIFICACIONES:

**ESTRUCTURAS**

OBRA: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ESTE

TITULO: PROYECTO AMPLIACION DEL EDIFICIO SEDE CENTRAL

PLANTA: PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA: 1/75

FECHA: DICIEMBRE 2019

DISCULO: X

REVISADO:

CARRERA: ESCUELA INGENIERIA CIVIL

INGENIERO: MARCELINO TINCO ARCOS

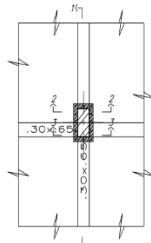
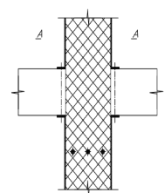
LAMINA N°: **E - 01**

DL: 23

# Plano de detalle de columna

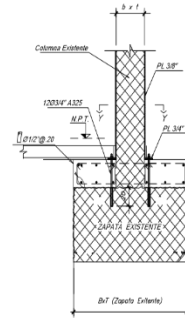
Estructura Existente

$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

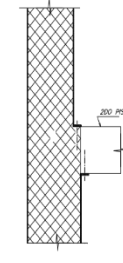


PROCESO CONSTRUCTIVO DE REFUERZO METALICO

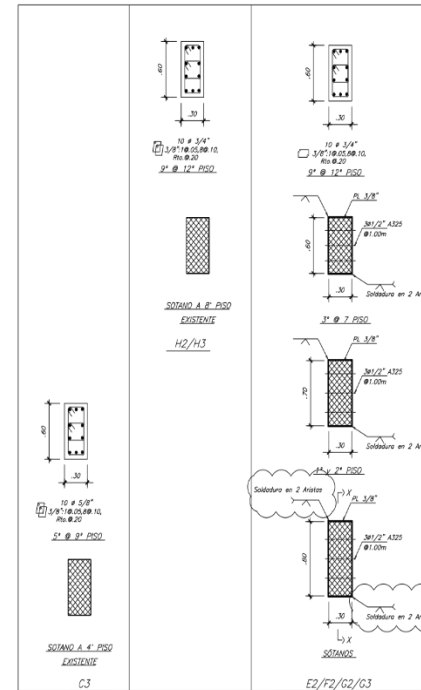
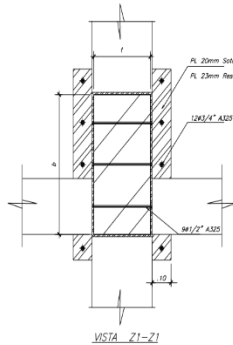
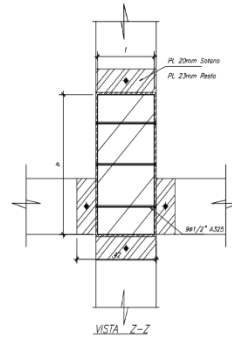
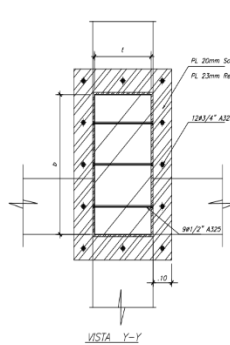
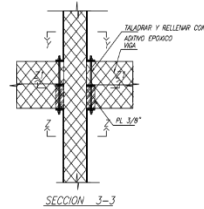
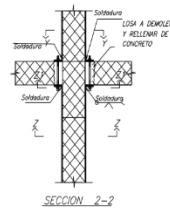
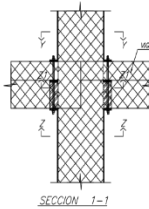
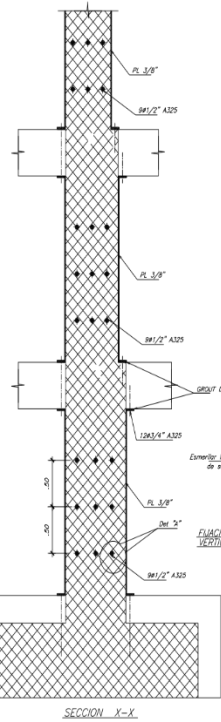
1. PICAR COLUMNAS RETIRANDO TARRAJEO EXISTENTE
2. PICAR LOSAS DE TECHO PARA PASAR PLANCHAS DE ANCLAJE
3. PERFORAR CON BROCA DE 55/8\" LAS COLUMNAS
4. PLANAR CONEJOS CON RESINA EPOXICA (RELLENDO)
5. COLOCAR LAS PLANCHAS DE REFUERZO
6. SOLDAR PLANCHAS SUPERIOR E INFERIOR DE ANCLAJE AL REFUERZO



DETALLE TIPICO DE ZAPATAS  
 ESC: 1/25



SECCION X-X  
 COL E2



PROPIETARIO

**DERRAMA MAESTRIA**  
 SISTEMA DE SEGURIDAD Y BIENESTAR SOCIAL DEL MAESTRO

LEYENDA

- MURO DE CONCRETO A DEMOLER
- MUROS DE CONCRETO EXISTENTES
- MUROS DE ALBAÑILERIA EXISTENTES
- MUROS DE ALBAÑILERIA NUEVOS
- COLUMNAS Y/O PLACAS NUEVOS
- ZANJAS EXISTENTES A RETORNO (VER DETALLE)
- COLUMNAS EXISTENTES A RETORNO (VER DETALLE)

ESPECIALIDAD

**ESTRUCTURAS**

UNIVERSIDAD  
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

TITULO  
**PROYECTO AMPLIACION DEL EDIFICIO SEDE CENTRAL**

PLANO  
**DETALLES DE COLUMNA**

ESCALA  
 1/75

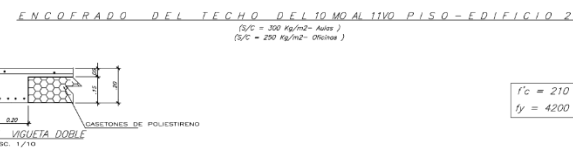
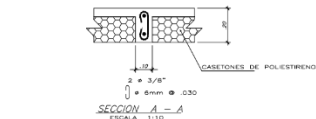
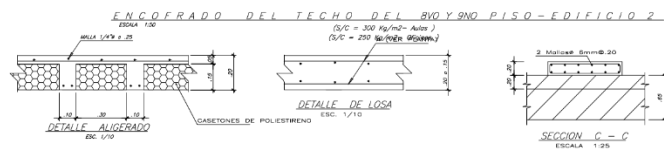
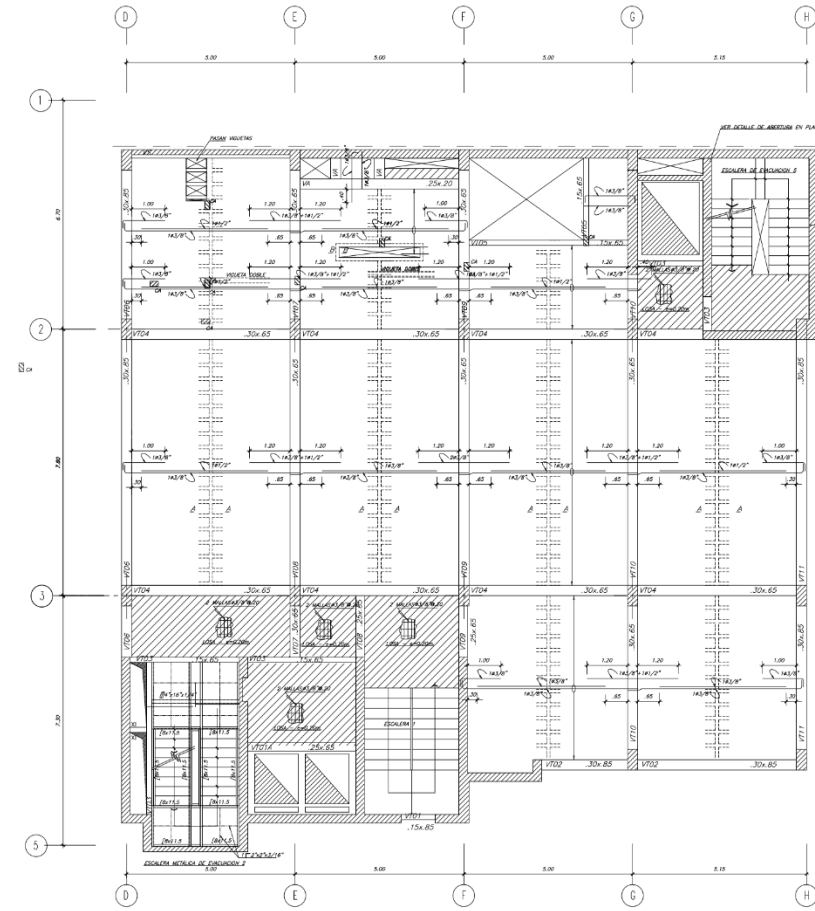
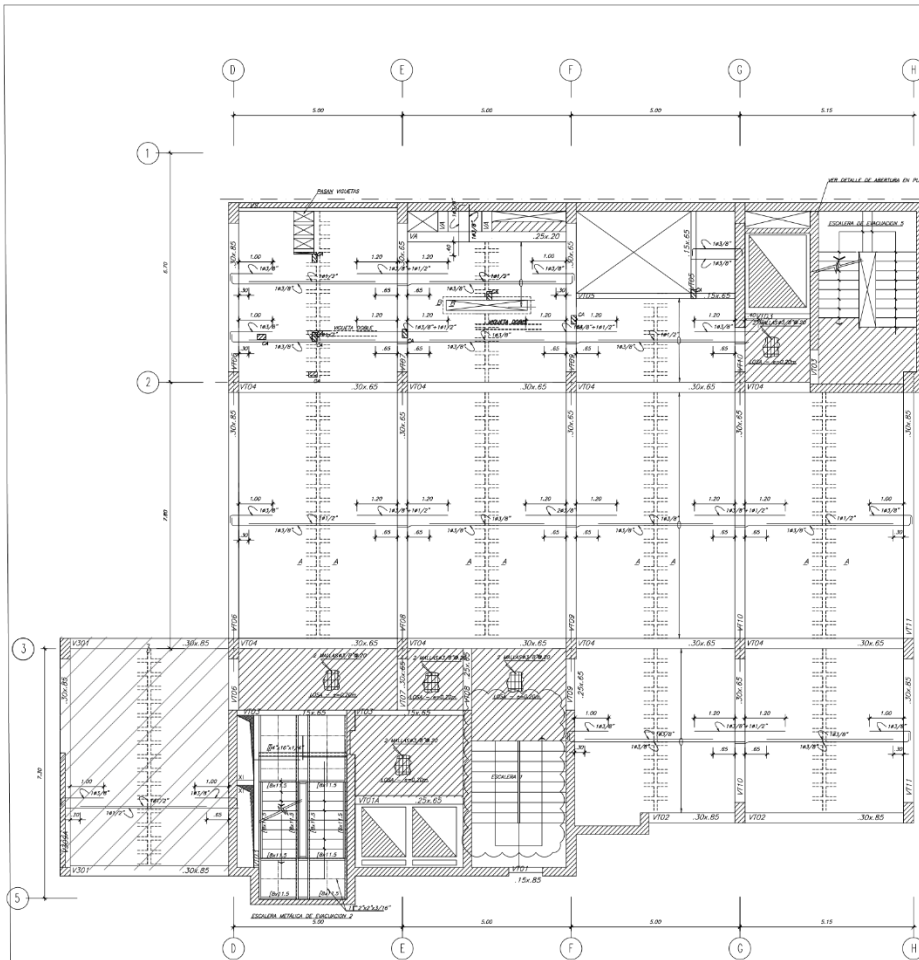
FECHA  
 DICIEMBRE 2019

DIBUJANTE



MARCELINO TINCO ARCOS

LAMINA N°  
**E - 03**

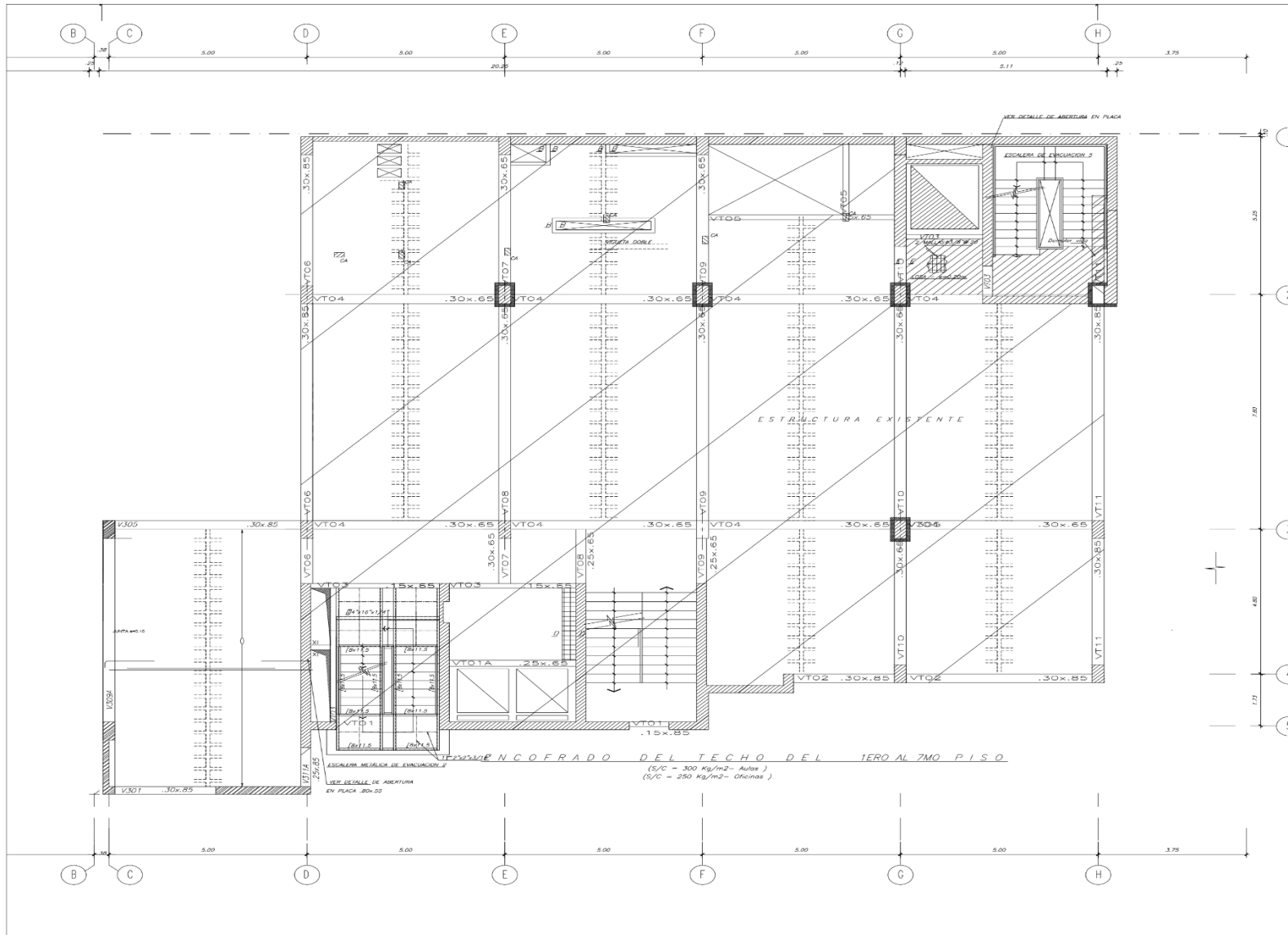
# Plano de Losas



$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

PROPIETARIO	
 <b>DERRAMA MAQSTERIA</b> INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MAQUETERIA	
<p><b>LEYENDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> PISO DE CONCRETO</li> <li> 2 DERRAMA</li> <li> COLUMNAS DE CONCRETO</li> <li> BARRIS DE ALUMINIO EXTRUSION</li> <li> BARRIS DE ALUMINIO BARRIS</li> <li> COLUMNAS Y/O PLACA METAL</li> <li> COLUMNAS EXISTENTES Y REFORZAMIENTO DETALLE</li> </ul>	
ESPECIALIDAD	
<b>ESTRUCTURAS</b>	
OBRA	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
TITULO	
PROYECTO AMPLIACION DEL EDIFICIO SEDE CENTRAL	
PLANO	
ENCOFRADO DEL TECHO DE LOS PISOS DEL 8VO AL 12VO PISO	
ESCALA	FECHA
1/75	DICIEMBRE 2019
CILO	REVISADO
X	
CARRERA	
ESCUELA INGENIERIA CIVIL	
DIBUJANTE	
MARCELINO TINCO ARCOS	
LÁMINA Nº	
<b>E - 04</b>	

# Plano de Losa Existente



PROPIETARIO

**DERRAMA MAGISTERIA**  
SISTEMA DE SEGURIDAD Y BIENESTAR SOCIAL DEL MAGISTERIO

---

**LEYENDA**

- MURO DE CONCRETO A DEMOLIR
- MURO DE CONCRETO EXISTENTES
- MURO DE ALBAÑILERIA EXISTENTES
- MURO DE ALBAÑILERIA NUEVOS
- COLUMNAS Y/O PLACAS NUEVOS
- COLUMNAS EXISTENTES A REFORZAR (VER DETALLE)

---

ESPECIALIDAD

**ESTRUCTURAS**

---

OBRA

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

---

TITULO

**PROYECTO AMPLIACION DEL EDIFICIO SEDE CENTRAL**

---

PLANO

**ENCOFRADO TECHO EXISTENTE DEL 1ERO AL 7º PISO**

---

ESCALA	FECHA
1/75	DICIEMBRE 2019
CICLO	REVISADO
X	

---

CARRERA

**ESCUELA INGENIERIA CIVIL**

---

DIBUJANTE

**MARCELINO TINCO ARCOS**

---

LAMINA N°

**E - 02**