



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño sísmico y estructural mediante el sistema de muros
estructurales para un edificio multifamiliar, calle Grimaldo del Solar,
Miraflores, Lima**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Pretel Yglesias, Wilder Jean Carlos (orcid.org/0000-0001-9388-480X)

ASESOR:

Ms. Ing. Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward (orcid.org/0000-0003-3357-2315)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Al Padre Todopoderoso, quien con su infinita misericordia y amor me dio la vida y me permitió llegar a este punto.

A mis padres que me hicieron quien soy, gran parte de mi éxito se debe a ustedes y al amor incondicional que me demuestran día a día, y espero seguir contando con su invaluable e incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento es a Dios, quien me brindó el mayor apoyo y sabiduría, y también le agradecemos por darme conocimientos y oportunidades que nos da para comprender.

También agradezco a mis padres por estar ahí conmigo en los problemas que encontré en el camino; por el apoyo incondicional moral y económico incondicional que nos han brindado desde el inicio de nuestros estudios, porque sin ellos esto no hubiera sido posible.

A mi docente por el gran apoyo y estímulo para continuar mis estudios profesionales, por el apoyo brindado en este trabajo, por transmitirme los conocimientos y ayudarme a aprender paso a paso.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HENRIQUEZ ULLOA JUAN PAUL EDWARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño Sísmico y Estructural Mediante el Sistema de Muros Estructurales para un Edificio Multifamiliar, Calle Grimaldo del Solar, Miraflores, Lima", cuyo autor es PRETEL YGLESIAS WILDER JEAN CARLOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, 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. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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.

TRUJILLO, 04 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HENRIQUEZ ULLOA JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0003-3357-2315	Firmado electrónicamente por: JHENRIQUEZU el 08-12-2023 00:07:21

Código documento Trilce: TRI - 0682575

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
INDICÉ TABLA	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA:	10
3.1 Tipo y diseño de investigación	10
3.1.1 Tipo de investigación:	10
3.1.2 Diseño de investigación:.....	10
3.2 Variables y operacionalización:	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.3.1. Población:	10
3.3.2. Muestra:	10
3.3.3. Muestreo	10
3.3.4. Unidad de análisis.	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.5. Procedimiento	12
3.6. Método de análisis de datos	12
3.7. Aspectos éticos.....	12
IV. RESULTADOS.....	13
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES	24
VII. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26
ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas de instrumentos.....	11
Tabla 2: Resumen de predimensionamiento	13
Tabla 3: Resumen de análisis sísmicos estático en dirección X	13
Tabla 4: Resumen de análisis sísmicos estático en dirección Y.	15
Tabla 5: Aceleración espectral	16
Tabla 6: Aceleración espectral	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Espectro para XY en ETABS 20.3.0.....	21
---	----

RESUMEN

En esta investigación tiene como objetivo el análisis sísmico de un edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Lima, Miraflores, Calle Grimaldo del Solar, utilizando la Norma E.030 en comparación con su modificación propuesta para determinar la variabilidad de la respuesta y los efectos sísmicos más importantes.

El principal objetivo de nuestra investigación es poder utilizar el software ETABS para realizar un adecuado diseño estructural para un edificio multifamiliar de 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna usando el software ETABS, el cual fue el sistema de albañilería confinada, por la cantidad de niveles y debido a que es más económica en el momento de realizar la construcción.

El área del terreno sobre el cual se realizó el proyecto es de 725.90 m², donde se aplicó división ambiental y área mínima de acuerdo con las normas E.010 y E.020 para el área de arquitectura. Para desarrollar el análisis sísmico se empleó el software ETABS, aplicando la norma E030. Para el diseño estructural de los elementos de concreto armado y albañilería se usó el software ETABS y hojas de cálculos.

Palabras clave: Diseño estructural, análisis estático, análisis dinámico, software ETABS, diseño sísmico.

ABSTRACT

The objective of this research is the seismic analysis of a multifamily building located in the city of Lima, in Miraflores on Grimaldo del Solar Street, using the E.030 Standard in comparison with its proposed modification to determine the response variability and the most important seismic effects.

The main objective of the research was to be able to use the ETABS software to perform an adequate structural design for a multifamily building of 9 levels, a roof, and 3 basements underneath, pump room and cistern using the ETABS software, which was the confined masonry system, due to the number of levels and because it was more economical at the time of construction.

The land-area on which the project was carried out is 725.90 m², with environmental division and minimum areas were applied in accordance with E.010 and E.020 standards for the architectural area. ETABS software was used to develop the seismic analysis, applying E030. ETABS software and spreadsheets were used for the structural design of reinforced concrete and masonry elements.

Keywords: Structural design, static analysis, dynamic analysis, ETABS software, seismic design.

I. INTRODUCCIÓN

El territorio peruano se encuentra en una región altamente sísmica que abarca la costa del Océano Pacífico. La zona ha sido afectada por diversos movimientos sísmicos a lo largo de la historia, por lo que es importante que estemos siempre atentos ante la probabilidad de un sismo de gran magnitud. Si bien estos fenómenos son naturales y han ocurrido durante mucho tiempo, es necesario tomar medidas preventivas en la construcción y en otros ámbitos para minimizar los riesgos y evitar consecuencias negativas.

En su indagación ESPINOZA Álvaro y otros (2021), afirmaron en el trabajo que, durante el siglo XXI, muchas zonas del planeta fueron azotadas por un gran terremoto que dañó gravemente las edificaciones. En cada país hay zonas sísmicas con sus propios epicentros, cada año se realizan múltiples estudios de terremotos y la ubicación de los estudios determina las decisiones sobre terremotos. La conclusión es que el software brinda soluciones que cumplen con los estándares peruanos, que es exactamente el objetivo del software ETABS.

La finalidad de esta investigación es resolver la cantidad de movimientos y deformación de las estructuras de los edificios. Para asegurar el desempeño de las obligaciones de la E.030, los análisis y pruebas sísmicas deben realizarse utilizando herramientas ETABS. Estas condiciones cumplen con los requisitos mínimos especificados en la norma (RNE). Los aspectos de ingeniería del edificio están sujetos a cargas predeterminadas basadas en el uso de la estación y la asignación de recursos. MATÍAS SARAIVIA (2021).

Asimismo, BERMÚDEZ AZAÑA, y otros (2020). El objetivo principal de la conclusión es desarrollar una estructura de aislamiento sísmico para realizar los trabajos de separación o segmentación del sistema de la estructura de cimentación para reducir las vibraciones causadas por los sismos, que son de gran importancia para la continuidad de la estructura de cimentación, sistemas estructurales, operaciones y servicios, especialmente después de terremotos severos.

En el estudio de COLLANTES JULCA (2022). Se destaca que el diseño de elementos no estructurales es una de las áreas menos investigadas en el campo de la ingeniería sísmica. Aunque estos elementos no son fundamentales para la

estabilidad de un edificio, pueden causar daños en caso de un sismo, se ha desarrollado una técnica conocida como transferencia directa, que consiste en establecer una tolerancia máxima y mover el elemento no estructural en función de la potencia calculada según la Ley de Hooke.

El estudio de la realidad problemática consiste en la elaboración del problema, considerando como problema general ¿En qué medida la aplicación del software ETABS contribuirá a perfeccionar el diseño estructural de un edificio multifamiliar ubicado en la calle Grimaldo del Solar N° 701-711 en Miraflores, Lima? La justificación de mi investigación es PRÁCTICO: Teniendo en cuenta los hallazgos de muchas familias, se ha comprobado que la edificación propuesta brinda la seguridad necesaria para abastecer los requisitos indispensables para habilitar y promover el respeto y fomentar el uso de estas edificaciones, así como los requisitos definidos en el RNE. Además, TEÓRICO: El uso del software ETABS en la elaboración de edificios multifamiliares proporciona análisis teórico, lógico y práctico efectivo para realizar análisis detallados, análisis de resistencia a sismos y diseño estructural seguro y resiliente. METODOLÓGICO: Basado en la precisión, eficiente, capacidades avanzadas de modelado, cumplimiento normativo, capacidad de evaluar y optimizar el proyecto.

El objetivo general del proyecto de investigación es: Aplicar el software ETABS para el diseño sísmico y estructural de edificios multifamiliares, con el objetivo de mejorar la seguridad y la resistencia de esta estructura ante eventos sísmicos; como objetivos específicos: Realizar el Predimensionamiento de elementos estructurales para el diseño estructural del edificio multifamiliar mediante el software ETABS. El segundo es realizar el estudio sísmico estático para el diseño estructural de edificios multifamiliares utilizando el software ETABS. El tercero, realizar el análisis sísmico dinámicos para el diseño estructural de edificios multifamiliares utilizando el software ETABS.

Seguidamente, se plantea la siguiente hipótesis: Utilizando el software ETABS se logra obtener un diseño estructural adecuado de un edificio multifamiliar, el edificio tiene 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna ubicado en la calle Grimaldo del Solar N° 701-711 en Miraflores, Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Con la pretensión de dar conocimiento más extenso a la conducta de la variable de estudio se generaron antecedentes nacionales, donde destaca los estudios de Romero, (2019), en su tesis pregrado titulada “Diseño estructural de un edificio 8 plantas en la localidad Huancayo”. El objetivo de la tesis consiste llevar a cabo el diseño estructural de un edificio de 8 niveles en la ciudad de Huancayo. La metodología utilizada en esta investigación será de tipo aplicado, en enfoque de la investigación será descriptivo y el diseño será de tipo transversal. La población de estudio se encuentra en Huancayo y la conclusión es las variables sísmicas que describe la norma E.030 del reglamento estipulado por el país, se estima que la estructura es fija ya que se usa la metodología de resistencia última ($R_u \leq \phi R_n$). En este sentido podemos indicar que la presente investigación aporta a nuestro trabajo identificando los puntos fuertes y débiles de los diseños estructurales existentes, y proponer mejoras para mejorar la seguridad de los edificios

Del mismo modo, Vento Flores, (2020) en su tesis pregrado titulada “Diseño sísmico de edificaciones multifamiliares de 11 pisos y 2 sótanos por Surco según normas E.030-2006 y E.030-2018”, el objetivo es comparar el modelado de edificaciones multifamiliares de 11 pisos y 2 sótanos. Los resultados obtenidos tras el modelado muestran que, la fuerza obtenida utilizando la norma 2018 es menor. Además, la desviación de la norma E.030 (2018) es 0.0032 y la desviación de la norma E.030 (2006) es 0.0028, se puede observar que existen grandes diferencias en los valores de los parámetros de diseño, entre las diversas normas establecidas, entre las cuales los valores de desempeño sísmico son muy diferentes, se concluyó que las normas de 2018 son más efectivas y más estrictas en términos de análisis de irregularidades por cambios de parámetros. En este sentido podemos indicar que esta investigación aporta a nuestra tesis porque contribuye a un mejor entendimiento de las diferencias entre las dos normas vigentes, puede ser útil para identificar y corregir posibles deficiencias en el diseño sísmico.

Así mismo Ramírez Orosco, (2019) en su tesis pregrado titulada “Elaboración de estructura de un edificio multifamiliar de 8 pisos en Surquillo-Lima”, el objetivo de esta investigación es ejecutar el análisis y diseño de un edificio de 8 pisos, situado en Surquillo sobre suelo S1. Se estudio la estructura bajo movimientos sísmicos,

relacionando los resultados alcanzados del modelo con los resultados del metrado de cargas manual. La conclusión es que para las cargas gravitacionales se obtuvieron resultados similares entre mediciones manuales y las obtenidas mediante el software ETABS. En este sentido podemos indicar que aporta a nuestra tesis porque esta comparación demuestra que los resultados obtenidos con el software ETABS es similar a los obtenidos con el metrado manual, lo que indica que el software es una herramienta confiable para el análisis y diseño de estructuras.

Por otro lado, Cárdenas Barriga, (2019) en su tesis pregrado titulada "Diseño Estructural de una edificación de 5 niveles de hormigón armado" tiene como objetivo efectuar el análisis y diseño de los elementos primordiales estructurales de un edificio de cinco pisos situado en el distrito de San Isidro. Hay oportunidades regulares de modelado en el terremoto de la zona. Se concluyó que utilizaron el software ETABS para actuar. Se realiza el diseño del modelado y se siguen las pautas descriptivas de las normas E.020 y E.030 para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones legales y se respeta el resultado final. Este trabajo aporta a mi investigación porque dan a conocer que obtuvieron aproximaciones manualmente y utilizaron el software ETABS. Al mismo tiempo, el proyecto de construcción cumple con los requisitos y directrices especificados en las normas.

Por otro lado, Manuel (2019) en su tesis pregrado titulada "Optimización del diseño de estructuras de edificios multifamiliares en suelos blandos utilizando modelos de interacción del suelo", en esta metodología se utiliza un enfoque cuantitativo con un enfoque descriptivo conocido y un diseño transversal prospectivo experimental considerando edificios multifamiliares costeros que cubren el suelo, tipo de área, incluyendo suelos cercanos a la costa (también considerados como suelos blandos), y la muestra fue un proyecto específico de un edificio de 7 pisos sin sótano, se concluyó que las propiedades mecánicas del suelo afectan toda la resistencia interna, resultando en un diseño que optimiza cada elemento estructural. En esta tesis es de un enfoque netamente real del comportamiento estructural en momento de sismo lo cual contribuye a la averiguación de nuevas metodologías de cálculo estructural en nuestro país.

Del mismo modo, Escobar Montesinos, (2019) en su tesis pregrado titulada “Análisis y diseño de estructuras considerando la interacción Suelo-Estructura de edificios de 7 pisos”, tuvo como objetivo de esta tesis es Conocer la incidencia de incorporar un esquema del fenómeno de relación terreno – estructura en los resultados del análisis dinámico convencional. El método de investigación es una estructura modificada experimental y descriptiva, utilizando como conjunto y muestra proyectos de edificios de 7 pisos para indicar el diseño del edificio a ser probado. La conclusión es que luego de modelar utilizando un modelo de interacción suelo-estructura, estos proyectos son más factibles que aquellos que utilizan modelos tradicionales. En este sentido podemos indicar que esta investigación aporta a nuestro trabajo desarrollando una herramienta computacional, realizar una investigación, o contribuir al desarrollo de nuevas técnicas de construcción.

Según Santisteban Sanchez, (2020) en su tesis pregrado titulada “Evaluación sísmica de un edificio residencial de acuerdo a los sistemas estructurales -Villa María del Triunfo, Lima 2020”, el objetivo consiste en solucionar el comportamiento sísmico de un edificio residencial de acuerdo a los esquemas estructurales – VILLA María del Triunfo , Lima 2020. Se empleó una metodología basada en el método científico de tipo aplicada, con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental. Como conclusión con respecto a la argumentación sísmica aplicado para cada una de las ideas estructurales dio como resultado que todos los procesadores de datos cumplen acorde con las derivas máximas toleradas conforme a lo plasmado en la norma E-030 diseño sismorresistente vigente. Esta información que nos brinda la tesis es un aporte a la investigación por la actuación sísmica de un inmueble multifamiliar es un tema de importancia en la ingeniería civil, especialmente en países con alta actividad sísmica como el Perú. En el distrito de María del Triunfo, Lima, se concentra un gran número de edificaciones multifamiliares construidas con diferentes esquemas estructurales, por lo que es importante evaluar el desempeño sísmico de estos sistemas.

En el ámbito de antecedentes internacionales, tenemos a Cazarín, y otros, (2019), en su tesis pregrado titulada “Consideraciones para el diseño sísmico de edificios altos de mampostería confinada ubicado en zonas sísmicas”, el objetivo de este

artículo es contribuir elementos cuantitativos y cualitativos que permiten construir edificios de gran altura de mampostería confinada en zonas de movimientos sísmicas. Para lo cual se elaboró un diseño de un inmueble de 10 pisos situado en la Zona de Transición del Distrito Federal, y en la cual se realizó varios estudios estáticos no lineales para asentarse las propiedades estructurales general del inmueble, y otra de estudio dinámicos no lineales para determinar su actuación sísmica. Sobre la base de los acontecimientos presentados se concluyó que la construcción de edificaciones de gran altura es posible en los lugares de movimientos sísmicos, también se identificaron algunas de los hechos que deben empezar a corto plazo para generar que sea factible. En este sentido podemos indicar que está investigación aporta a nuestro trabajo porque es esencial examinar la interacción del suelo y la estructura, optar por un enfoque de diseño basado en el desempeño, que evalúa cómo se comportará el edificio en caso de terremoto.

Del mismo modo, Ramirez Cabrera, Vladimir Jose et al., (2022), en su tesis pregrado titulada “Diseño y analisis de un edificio con aisladores sismicos mediante el software ETABS”, su objetivo es analizar y comparar el comportamiento sísmico entre ellos, se simularon dos edificios utilizando el software de análisis correspondiente, que realiza análisis espectral modal lineal para un edificio estacionario utilizando el espectro calculado NEC-15; En el caso de un sistema aislado, se realizó un análisis temporal no lineal teniendo en cuenta un sismo de gran magnitud probablemente, para lo cual se utilizaron las gráficas del acelerador correspondientes y se ajustaron dependiendo de la zona y tipo de terreno. La conclusión es que la introducción de aisladores sísmicos en una estructura con base fija aporta un mejor modo de actuar de la estructura ante sismos por causa del amortiguamiento que proporcionan estos dispositivos, consiguiendo movimientos relativos de los forjados mucho menores, de ahí el diseño con aisladores sísmicos de tamaño mediano. aisladores. Este informe de tesis es un aporte a la investigación para generar conciencia a la población sobre los beneficios de los aisladores sísmicos.

Además, Contreras Fuentes, (2022) en su tesis pregrado titulada “Análisis de la respuesta no lineal de un edificio residencial de 18 pisos en Santiago afectado por el terremoto 2010”, para cumplir tal objetivo se realiza: una recolección de los

antecedentes del edificio y de los daños encontrados por el terremoto, se genera un modelo no lineal al cual se le adapta un análisis estático no lineal y para finalizar se analiza los resultados. Principalmente, se explica cómo se llevará a cabo el proceso de esta investigación y se contextualiza el tipo de perjuicios que han tenido los inmuebles en Chile en los últimos grandes fenómenos sísmicos, incluyendo las modificaciones normativas estipuladas. Se explica sobre la no linealidad de los materiales y los análisis, por medio de la modelación matemática computacional, que permiten analizar el desarrollo de las estructuras metiéndose en el rango no lineal. Adicionalmente se concluyó que en el edificio de estudio la estructura adyacente repercute altamente en la forma de respuesta. La contribución de esta tesis es estudiar las consecuencias de la rehabilitación de edificios en su respuesta no lineal ante los terremotos, se podría investigar si la rehabilitación de los edificios existentes puede reducir el riesgo de daños causados por terremotos.

Del mismo modo, Irais, (2019), en su tesis pregrado titulada “El edificio de 5 niveles y un semi sótano han sido sometido a un análisis y diseño estructural de acorde con las normas técnicas complementarias asistiendo por computadoras”, el objetivo de este trabajo es ejecutar un diseño estructural utilizando la norma técnica complementaria para la verificación, para garantizar la seguridad estructural de las edificaciones en la ciudad de México para un edificio estructurado con un sistema dual que consta de un semi sótano, planta baja, 5 niveles y azotea. Para ello se uso el programa ETABS como herramienta auxiliar del análisis estructural y el análisis dinámico modal espectral, finalmente con los elementos mecánicos resueltos se procederá a revisar distorsiones de entrepiso y la cimentación apoyado en pilas aplicando las normas obteniendo un diseño estructural. Se concluyó que la estructura cumple con todo los requisitos de estados límite de servicio teniendo las distorsiones para la prevención de colapso la cual no sobrepasa la limitante de las normas conforme a la estructuración descrita en el presente trabajo. El aporte para este tema es estudiar el uso de materiales alternativos en el diseño estructural, investigar el uso de materiales como madera, acero o fibra de carbono, que podrían ser más eficientes o sostenible que el concreto armado.

A continuación se presentan las teorías relevantes que me ayudaron a completar este proyecto de investigación.

El diseño arquitectónico, es un proceso creativo y técnico de planificación, diseño e ingeniería de la construcción de edificios y estructuras. Es una rama que combina arte y ciencia para determinar soluciones funcionales, estéticas y sostenibles que resuelvan las necesidades de los usuarios y se integren armoniosamente con el entorno que los rodea. Se basa en el análisis, diseño y construcción de edificios o conjuntos urbanos y rurales según necesidad, aspectos técnicos y legislativos. Los arquitectos utilizan una variedad de herramientas, como dibujos, modelos y software especial, para visualizar y comunicar sus ideas a los clientes y el equipo de construcción. (Quintana, 2021).

La mecánica de suelos, es una rama que se encarga de verificar el empleo de las leyes de la mecánica a problemas geotécnicos del terreno, estudia los inmuebles, comportamiento y utilización del terreno como material estructural, teniendo en cuenta su deformación y su resistencia, con el fin de aportar seguridad, permanencia y solidez a las estructuras. (Borda, 2021).

En espectro de diseño, son actualmente una de las herramientas más utilizadas para representar el riesgo sísmico con fines de diseño sísmico. En los últimos años se han realizado muchos esfuerzos para estandarizar el riesgo sísmico en el diseño de estructuras de Ingeniería civil con usos similares y diferentes características dinámicas. Esto se logra asociando las coordenadas espectrales de diseño con la misma probabilidad de superación en todo el rango de fases estructurales. Por otro lado, se intentó integrar en los espectros la influencia de las no lineales del suelo, este proyecto presenta una propuesta de espectro de diseño para obras de Ingeniería Civil del Perú, integrando estos conceptos. (Alejandro Muñoz, Félix Alvarado, y otros, 2019).

En los criterios de estructuración resulta mas difícil predecir un resultado de comportamiento sísmico mientras más complejas es la estructura. Por ende se recomienda que la estructuración sea lo más sencilla y limpia posible, de manera que la estructura requerida para el estudio sísmico sea lo más cercana posible a la estructura real. También se debe asegurar que los componentes no estructurales no cambian la distribución de las fuerzas observadas, porque las fuerzas se generan en componentes no diseñadas para estas condiciones. (Medina, 2020)

El predimensionamiento es importante para obtener valores uniformes para las dimensiones de las distintas partes estructurales, que son la base para el análisis y diseño. Para realizar el predimensionamiento se utiliza el libro de estructuración y diseño de edificaciones. Los fundamentales componentes estructurales que conforman a un edificio son: muros de corte, columnas, losas macizas o aligeradas y por último las vigas. (Puyén Burga, 2019).

Una estructura debe ser capaz de soportar las tensiones provocadas por su uso, pero también debe poder soportar acciones impredecibles, como las producidas por terremotos y viento. Estos análisis deben realizarse de manera que resistan eventos naturales de este tipo y brinden seguridad a la población. Las propiedades de los elementos de construcción cambian en el momento de la transición de un estado estático a un estado dinámico, porque la masa de un edificio ya no es sólo una entidad. Sin embargo, se convierte en una fuerza de inercia y provoca una tensión aún mayor en los elementos estructurales. (GARCÍA, 2020).

El análisis estructural, es una parte importante del diseño porque ayuda a determinar si la estructura resistirá las fuerzas en el tiempo de su vida útil. El método para ejecutar un análisis estructural consiste en alcanzar las fuerzas que actúan sobre el sistema estructural y luego usar esas ecuaciones para computar las deformaciones necesarias a esas fuerzas, que a su vez se utilizan para computar las tensiones máximas en cualquier miembro. Estas tensiones se pueden contrastar con las deformaciones y cargas permitidas para resolver si la estructura puede realizar su función. Existen distintos tipos de estudios estructural, entre ellos está el estudio estatico y análisis dinámico. (Gonzales, 2023).

La dinámica es una parte de la física mecánica que permite estudiar el comportamiento de los objetivos en movimiento. Para muchas estructuras, este movimiento del que hablamos es generalmente sísmico. Para investigar y comprender plenamente el comportamiento de una estructura en cualquier momento, es necesario comprender los conceptos de mecánica y aplicarlos al análisis de la estructura resultante. (Reyes, 2019).

III. **METODOLOGÍA:**

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

La investigación se considera aplicada porque involucra experimentos y métodos, así como la adquisición y utilización de conocimientos y propuestas prácticas para resolver un problema.

3.1.2 Diseño de investigación:

La investigación se destaca por ser de tipo transversal descriptivo y su diseño no experimental.

3.2 Variables y operacionalización:

La operacionalización de las variables implica medir una variable conceptual particular utilizando un conjunto de indicadores u objetos. La forma en que se manipulan estas variables depende del tipo de técnica o método empleando para recopilar datos.

- Variable

Diseño sísmico y estructural

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Se consideró como población el edificio multifamiliar que cuenta con diseño sísmico y estructural ubicado en Miraflores, Lima.

3.3.2. Muestra:

Se tomó como muestra, el edificio de 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna en el edificio multifamiliar ubicado en la calle Grimaldo del Solar N° 701-711 en Miraflores, Lima.

3.3.3. Muestreo:

En esta situación, se han seleccionado las muestras arquitectónicas que intervienen en el proyecto, y como hemos visto, la selección de muestras corresponde con las características específicas que deben reunir las edificaciones del distrito de Miraflores.

3.3.4. Unidad de análisis.

La unidad de estudios es un edificio multifamiliar que ha sido analizado y diseñado según los parámetros de diseño sísmico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se emplearon en la presente investigación fueron:

Tabla 1: Técnicas de instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Técnicas de observación directa en campo.	Fichas de recolección de datos
La experimentación con la aplicación de ensayos.	Hojas de cálculo
Análisis e interpretación de la Normativa vigente.	Reglamento Nacional de Edificaciones

Fuente: Elaboración propia

Validez y confiabilidad: La validez y fiabilidad del diseño sísmico y estructural de edificios multifamiliares se basa en sus aptitudes para cumplir con las condiciones normativas predefinido, los cuales gozan de una aceptación en la industria

3.5. Procedimiento

Para realizar esta investigación se utilizan diversos tipos de información, incluyendo sitios web, artículos científicos y libros de autores con amplia experiencia en el campo de los materiales de construcción, desde la terminología hasta su elaboración. También se analizaron los factores sísmicos en el diseño estructural del sistema de mampostería, así como sus propiedades, incluyendo el uso del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para la realización del diseño arquitectónico, análisis y diseño sísmico y estructural, asegurándose que respeten los parámetros mínimos y máximos. Para realizar el análisis estructural se utilizó la herramienta ETABS y hoja de cálculo (Excel) que ayudó a resolver las dudas planteadas.

3.6. Método de análisis de datos

En nuestro proyecto de investigación se utilizó el software ETABS para generar y presentar resultados mediante análisis estadístico, utilizando y cumpliendo con los parámetros definidos por las normas E020, E030.

3.7. Aspectos éticos

La investigación a la que tuvo acceso sigue únicamente el propósito de la investigación basada en la ética de la Universidad, basado en el uso correcto de las fuentes estudiadas y los libros citados, como las normas nacionales e internacionales, también se considera que la Norma ISO 690 reconoce las fuentes o autores discutidos en el estudio y sirve como guía sobre los derechos de propiedad intelectual de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1. Criterios de estructuración

4.1.1. Predimensionamiento

Tabla 2: Resumen de predimensionamiento

Columna	$A_{col} = \frac{P \times A_{trib} \times N_{pisos}}{0.35f'_c}$	C-9=25*20
Viga	$\frac{Ln}{10}$	V-101=30*60
L. Aligerada	4 ≤ 5.5 m	20 cm
Placa	$L_{x,y} = \frac{V_{basal\ x,y}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * t}$	34.99

Fuente: Elaboración propia

donde:

P: Peso total de la edificación

A_{col}: Área de la columna

A_{trib}: Área tributaria

N: Número de pisos del edificio

f'_c: Resistencia a la compresión

Ln: Longitud del lado menor

L: Longitudes de placa

V_{basal}: Fuerza cortante basal

φ: Coeficiente 0.85

t: Espesor del muro en cm

4.2. Análisis estructural

4.2.1. Análisis sísmico estático

Tabla 3: Resumen de análisis sísmicos estáticos en dirección X

Tx	0.469	C	2.132
Z	0.45	R=R0*la*Ip	3.6
U	1	la	0.8

S	1.15	Ip	0.75
TP	0.4	TL	2.5
Cx/Rx>0.11	0.592		
Peso(ton)	3704		
Vx=ZUCxS/Rx	0.267		
Vex(ton)	1135		

Fuente: Elaboración propia

Donde:

T: Periodo fundamental de la estructura

Z: Factor zona

U: Factor de uso e importancia

S: Factor de suelo

TP: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

C: Coeficiente de ampliación sísmica

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

la: Discontinuidad en los sistemas restantes

Ip: Irregularidad torsional

TL: Periodo que inicia

Story	Peso (ton)	Hi (m)	Pi=Hi ^k	αi	Fi= αi*Vex
Azotea	147.1	27	3972.947	0.075	74.52
Nivel 9°	402.8	24.3	9787.092	0.186	183.59
Nivel 8°	397.3	21.6	8582.611	0.163	160.99
Nivel 7°	394.4	18.9	7456.735	0.142	139.82
Nivel 6°	406.1	16.2	6579.238	0.125	123.41
Nivel 5°	402.9	13.5	5439.196	0.103	102.03
Nivel 4°	412.1	10.8	4450.197	0.085	83.48
Nivel 3°	404.1	8.1	3272.82	0.062	61.39

Nivel 2°	407.3	5.4	2199.237	0.042	41.25
Nivel 1°	329.9	2.7	890.7284	0.017	16.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Resumen de análisis sísmicos estático en dirección Y.

Tx	0.597	C	1.675
Z	0.45	R=R0*la*Ip	3.6
U	1	la	0.8
S	1.15	Ip	0.75
TP	0.4	TL	2.5
Cx/Rx>0.11		0.833	
Peso(ton)		3704	
Vx=ZUCxS/Rx		0.241	
Vex(ton)		891.9	

Fuente: Elaboración propia

Donde:

T: Periodo fundamental de la estructura

Z: Factor zona

U: Factor de uso e importancia

S: Factor de suelo

TP: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

C: Coeficiente de ampliación sísmica

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

la: Discontinuidad en los sistemas restantes

Ip: Irregularidad torsional

TL: Periodo que inicia

Story	Peso	Hi	$P_i=H_i^k$	α_i	$F_i= \alpha_i*V_{ex}$
-------	------	----	-------------	------------	------------------------

	(ton)	(m)			
Azotea	147.1	27	4661.59	0.09	86.31
Nivel 9°	402.8	24.3	9787.09	0.18	181.21
Nivel 8°	397.3	21.6	8582.61	0.16	158.91
Nivel 7°	394.4	18.9	7456.73	0.14	138.01
Nivel 6°	406.1	16.2	6579.24	0.12	121.82
Nivel 5°	402.9	13.5	5439.20	0.10	100.71
Nivel 4°	412.1	10.8	4450.20	0.08	82.40
Nivel 3°	404.1	8.1	3272.82	0.06	60.60
Nivel 2°	407.3	5.4	2199.24	0.04	40.72
Nivel 1°	329.9	2.7	890.73	0.02	16.49

Fuente: Elaboración propia

4.3. Análisis sísmico dinámico

4.3.1. Aceleración espectral

$$S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * g \quad (1)$$

Donde:

Tx: período fundamental

TP: Período que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

la: Discontinuidad en los sistemas restantes

lp: Irregularidad torsional

TL: Período que inicia

Sa: Aceleración espectral

Z: Factor zona

U: Factor de uso e importancia

C: Coeficiente de amplificación sísmica

S: Factor de suelo

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

g: Aceleración de la gravedad

Tabla 5: Aceleración espectral

Z	0,45		
T _P (S)	0,4	TL	2,5
Factor de suelo "S"=	1		
Factor de Uso "U"=	1		
R _x	3,6		
R _y	3,6		

Fuente: Elaboración propia

FACTOR=ZUSg/R

1,22625

Donde:

Z: Factor zona

T_P: Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

R: Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

Tabla 6: Aceleración espectral

	T	C	Sa-Dir X-Y
	0	2,5	3,065625
	0,1	2,5	3,065625
	0,2	2,5	3,065625
	0,3	2,5	3,065625
TP=	0,4	2,5	3,065625
	0,5	2	2,4525
	0,6	1,666667	2,04375
	0,7	1,428571	1,751786
	0,8	1,25	1,532813
	0,9	1,111111	1,3625
	1	1	1,22625

1,1	0,909091	1,114773
1,2	0,833333	1,021875
1,3	0,769231	0,943269
1,4	0,714286	0,875893
1,5	0,666667	0,8175
1,6	0,625	0,766406
1,7	0,588235	0,721324
1,8	0,555556	0,68125
1,9	0,526316	0,645395
2	0,5	0,613125
2,1	0,47619	0,583929
2,2	0,454545	0,557386
2,3	0,434783	0,533152
2,4	0,416667	0,510938
TL= 2,5	0,4	0,4905
2,6	0,369822	0,453495
2,7	0,342936	0,420525
2,8	0,318878	0,391024
2,9	0,297265	0,364521
3	0,277778	0,340625
3,1	0,260146	0,319004
3,2	0,244141	0,299377
3,3	0,229568	0,281508
3,4	0,216263	0,265192
3,5	0,204082	0,250255

Fuente: elaboración propia

Donde:

T_P : Periodo que define la plataforma del espectro para cada tipo de suelo

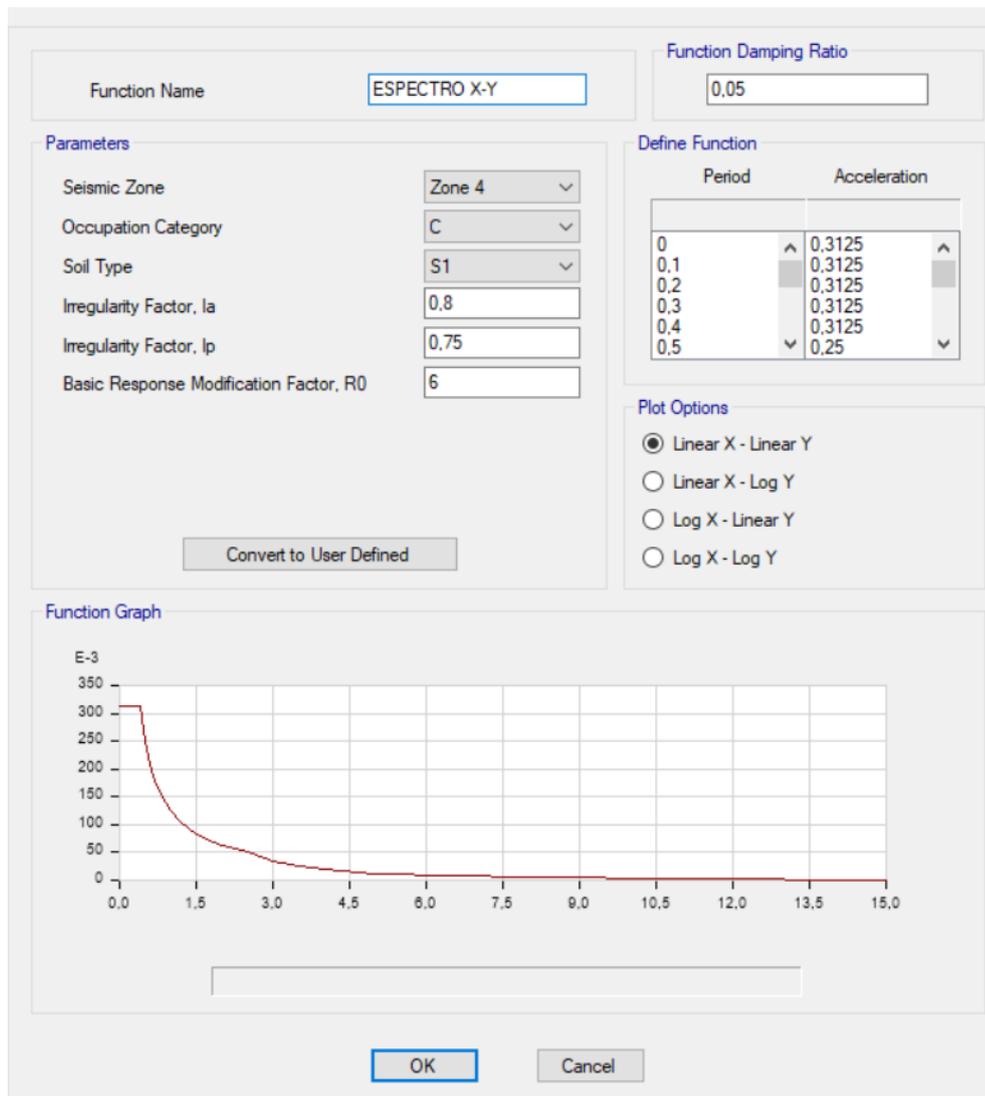
TL: Período que inicia

T: Periodo fundamental de la estructura

C: Coeficiente de ampliación sísmica

4.3.2. Espectro de diseño

Figura 1: Espectro para XY en ETABS 20.3.0.



Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

El propósito de esta tesis fue respaldar la seguridad e integridad de las personas que habilitan el inmueble en la zona sísmica a través de criterios técnicos aplicados en el diseño estructural de las edificaciones. En este proyecto se presentó una continuidad para mejorar la estabilidad tanto en nivel como en altura, y se optó por utilizar un sistema de hormigón armado enmarcado según los estándares exigidos por el Código Peruano.

Se ha configurado un proceso secuencial, se predimensionan los elementos según las sugerencias requeridas, en base al análisis obtenido del conocimiento conceptual y observación del problema, para el posterior predimensionamiento cada elemento según los requisitos requeridos luego de ser sometido todas las condiciones de carga a un software, en este caso es el software ETABS.

Luego se realizó un análisis de movimiento estático y dinámico para cumplir con la norma de diseño sísmico E.030, que demostró que el movimiento dinámico representó el 80% del movimiento estático. Luego se realizaron simulaciones de rigidez torsional, que mostraron que los valores calculados estaban dentro de límites aceptables.

Una vez realizado lo anterior, se procedió a analizar los desvíos del piso en dos direcciones paralelas a las estimulaciones de diseño. Estas desviaciones se estimaron a partir de las vibraciones modales reales obtenidas por el programa ETABS. En ambos casos los valores estuvieron por debajo del 0,0007, que es el máximo autorizado para edificaciones de hormigón armado según la norma E.030.

Primero: En la tesis realizada por Meneses García, y otros, (2022), “Análisis estructural y diseño de hormigón armado de una vivienda multifamiliar de 7 niveles en Lima, Lince”, se demuestra que el uso del software ETABS facilita y acelera el factor tiempo en el desarrollo de análisis estáticos y dinámicos, preselección de dimensiones, aplicación de cargas, combinaciones, cálculo de desviaciones medidas de altura, determinación de tensiones en elementos estructurales, etc. De esta forma se pueden desarrollar diseños más efectivos y auténticos como sistemas estructurales eficientes, refuerzo sísmico, distribución adecuada de cargas, diseño de conexiones y consideraciones de estabilidad.

En el trabajo presentado se analizaron los elementos estructurales y se obtuvieron resultados positivos, en un análisis cumpliendo con las normas técnicas peruanas se colocaron muros estructurales en el diseño para absorber fuerzas de corte, contrarrestar las fuerzas y lograr un diseño más eficiente, y no sobrecargar el edificio, es decir, es importante distribuir elementos estructurales que se concentren en la rigidez lateral y no provoquen efectos torsionales severos en el edificio.

El sistema estructural de este estudio se considera 80% de muros estructurales ya que estos muros estructurales soportan más esfuerzos sísmicos como lo muestran los resultados obtenidos para el análisis sísmico utilizando el software ETABS. Cumple además con la deriva máxima exigida por la norma E.030.

Segunda: En la tesis realizada por Sifuentes Góngora, Franklin José, y otros, (2021), "Diseño estructural de un edificio de mampostería limitada de 5 niveles en el distrito de Pataz", se consideró un proyecto utilizado como herramienta de trabajo, una ficha de observación y para el análisis los datos se aplicó una técnica estadística descriptiva basada al RNE, cumpliendo la norma E.30.

En el trabajo de investigación primero se sacaron los ejes del plano arquitectónico, ejes verticales, horizontales e inclinado, respectivamente se sacaron las alturas de entrepiso, cuya altura típica fue de 2.7 m. Estos datos se digitó en el programa etabs para pasar a modelar, luego se definió los materiales, el concreto de resistencia 210 kg/cm² y el acero de 4200 kg/cm², también se definió las secciones de vigas, secciones de columnas, placas y el aligerado de 20 cm, seguido a ello se empezó modelando las placas cuyos espesores fueron de 20cm 30cm 35cm y 40cm luego las columnas de 25 cm por 50 cm y 25 cm por 70 cm.

Tercero: En la investigación realizada por Lingán Guzmán, (2018), "Análisis estructural comparativo y comparación de diseño de sistemas de muros de ductilidad limitada y construcción confinada para una vivienda multifamiliar", el sistema de muro que está construyendo tiene una ductilidad restringida, con la primera y tercera capas construidas con un espesor de 0,12 m y la cuarta y quinta capas con un espesor de 0,10 m. Los tamaños de pared son de 0.13 y 0.25 en ambas direcciones. Se empleó el uso de un programa de combinación espectral para desarrollar este último, que demostró una deformación limitante en ambas

direcciones entre capas con ductilidad y deflexión mínimas en la dirección “X” de la mampostería.

Según los resultados, se observan muchas debilidades tanto en la estructura original como en la secuencia sísmica que se presenta en la estructura. Estas cosas no son suficientes para el funcionamiento del edificio. Los datos sísmicos presentados no coinciden con el hecho de que la zona sísmica del edificio no es buena. Fue diseñado en una zona de baja actividad sísmica, cuando en realidad se localiza en una zona de riesgo elevado.

Al verificar y controlar las derivas en el centro del terreno obtenidas por el potente diseño sísmico y dinámico para la dirección “X-X” y para la dirección “Y-Y”, se constató que la peor confusión se produjo en la última etapa. Sin embargo, la deriva máxima se considera establecida en la norma E.030.

En dicho caso, se determinó que el terremoto tuvo una capacidad de carga de 4,80 kg/cm², datos obtenidos durante la implementación del EMS, asegurando así que el área de estudio sea mayor en resistencia a la carga, nuestra edificación tampoco está organizada porque tiene partes entrantes en planta, obteniendo así, durante la ejecución de la presentación en el software ETABS, el resultado del centro de las derivas para la dirección “X-X” y para “Y-Y”.

Cuarto: En la investigación realizada por ESTRADA REYES, SOFIA SOLANGE, y otros, (2020) “Análisis comparativo del plan estructural utilizando el software etabs respecto al método tradicional de un edificio de cinco niveles con semisótano en el distrito de San Martín de Porras- Lima”, para realizó el diseño y análisis de sísmico en edificaciones se lo realizó mediante el software Etabs el cual es exclusivo para esto, usar este software nos permitira tener resutados mas sistematizados y procesara la imformacion en un menor tiempo.En la actualidad, con el programa de la tecnologia, contamos con diversos programas computacionales. Para ejecutar el analisis y diseño estructural en esta investigacion, emplearemos el programa ETABS, Este software proporciona resultados muy precisos al enfrentarse a fuerzas sismicas, y sus diseños abarcan grandes dimenciones, sinplificando así la labor del calculista, ya que agiliza el procesamiento de los datos. .

En este estudio de investigación también se empleó el software ETABS para ejecutar el análisis estructural y diseño de los elementos estructurales de acuerdo con las Normas E. 0.30 En este sentido, el análisis dinámico nodal espectral supera el 90% de la masa participativa. El programa ETABS es una herramienta de trabajo con una gran capacidad de resolución de datos que nos permiten realizar análisis tanto lineales como no lineales. Además, es importante mencionar que cuenta con una deriva herramientas que nos permiten dimensionar estructuras de gran magnitud y complejidad, utilizando diferentes sistemas constructivos como el de acero concreto armado, entre otros

VI. CONCLUSIONES

- Se alcanzó establecer un diseño estructural apropiada para una edificación multifamiliar de 9 niveles, con azotea, que incluyen 3 sótanos, cuarto de bomba y cisterna. Este diseño se ejecutó utilizando el software ETABS con la verificación de su conformidad con las normas E.0.20 y asegurándose de que las derivas de entrepiso no excedieron los límites establecidos por la norma E.0.30. La conclusión es que las derivas se hallan dentro de los límites exigidos por las normas técnicas peruanas.
- Se realizó el predimensionamiento para el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 9 niveles, azotea y que incluye 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna, se determinó la localización para vigas, columnas, placas y la losa aligerada de 20 cm, El proceso inicia modelando las placas con espesores 20 cm, 30 cm, 35 cm y 40 cm. Las columnas se definieron con dimensiones de 25*20 cm, 25*50 cm y 25*70 cm y mientras que las vigas para techo se establecieron con una dimensión 30*60 cm. Se concluye que estas dimensiones demostraron ser eficaces para la estructura.
- Se ejecutó tanto el análisis sísmico estático como el dinámico, los cuales arrojaron resultados óptimos para el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 9 niveles, que incluye 3 sótanos, cuarto de bomba y cisterna. Estos resultados se manifestaron satisfactoriamente al enfrentar condiciones de sismo moderado, severo, fisuramiento y corte.
- Se procedió a programar en software ETABS el objetivo de lograr un diseño estructural apropiado para un edificio multifamiliar de 9 niveles, que incluyen azotea, 3 sótanos, cuarto de bomba y cisterna. Los resultados obtenidos de las derivas de entrepisos rebelaron valores de 0.005702 en la dirección “X-X” y 0.0062 en dirección “Y-Y”. Estos resultados fueron inferiores a 0.007, conforme a lo establecido por la norma E.0.30. En consecuencia, se concluye que las derivas son de adecuadas para alcanzar un diseño estructural óptimo.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el software ETABS para el análisis y diseño de edificaciones, ya que ofrece una serie de ventajas que facilitan la obtención y ejecución de cálculos de manera rápida y eficiente. Con su capacidad de modelado en 3D, ETABS permite visualizar y comprender mejor la estructura, identificando posibles problemas y optimizando el diseño.
- Se sugiere llevar a cabo un dimensionamiento preliminar de los elementos estructurales con el fin de prevenir el uso de elementos excesivamente grandes. Esto se debe a que, durante el proceso constructivo, el uso de elementos sobredimensionados pueda resultar en considerables pérdidas económicas.
- Se recomienda llevar a cabo una supervisión contante de las estructuras mediante la instalación de un sistema de instrumentos y control. Esto se realiza con el objetivo de examinar y comprobar cómo se comportan los edificios frente eventos sísmicos y cargas estáticas Esta práctica posibilitara la obtención de datos en tiempo real, mejorará la comprensión de las respuestas estructurales y ayudara a identificar posibles áreas de mejor en el diseño y la contribución de proyectos futuros.
- Se recomienda que en cualquier proyecto se planifique y construya conforme a los códigos y criterios establecidos en la norma E. 0.30 de diseño sismorresistente. Además, se debe mantenerse informado sobre las actualizaciones que puedan surgir para garantizar un diseño estructural adecuado de las edificaciones, asegurando que cumplan correctamente con dicha norma en caso de un evento sísmico.
- Se sugiere emplear software ETABS para llevar a cabo un análisis sísmico, ya que proporciona resultados más organizados, reduciendo el tiempo necesario para proceder los datos. Además, es importante considerar que el programa debe cumplir con las expectativas del diseñador.

REFERENCIAS

Akimaya, Hiroshi. 2021. *metodología de proyecto sismorresistente de edificios*. Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2021.

Alcántar-Curiel, (2020) *"análisis teórico, diseño y estrategia de aplicación de refuerzo compuesto de albañilería confinada sometida a carga lateral*.

Alvaro Espinoza, Juan Piero y Vásquez Velásquez, Cesar Augusto. 2021. *análisis comparativo del diseño estructural de un edificio residencial utilizando los softwares Etabs y Sap2000, en la urbanización Vista Alegre, Trujillo*. Universidad César Vallejo. Trujillo : s.n., 2021.

Arroyo Gaya, Kelly Rouse. 2023. *análisis de la acción sísmica en el diseño estructural de un edificio multifamiliar con losas planas con el software Etabs, ubicado en la ciudad de Potosí aplicando la GBDs – 2020*. Universidad Mayor de San Simón, s.l. : 2023.

Bermúdez Azaña, Wilmer Ramiro y Gómez Padilla, Miguel Ángel. 2020. *diseño estructural con aisladores sísmicos de la residencial Rosas del Valle, Distrito Trujillo, Provincia Trujillo, Región La Libertad*. Trujillo : s.n., 2020.

Cárdenas Barriga, Oscar Alfonso. 2019. *diseño estructural de un edificio de concreto armado de 5 niveles*. 2019.

Castro Minaya, Manuel Jesús. 2023. *análisis y diseño estructural de albañilería confinada de un edificio multifamiliar de 4 pisos*.

Chaparro, Andrea, y Otros. 2021. *desempeño sísmico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades de disipación de energía*. Universidad Javeriana. Bogotá : s.n., 2021.

Collantes Julca, Geoffrey. 2022. *diseño sísmico por desempeño en elementos no estructurales mediante la metodología de desplazamiento directo en edificios de concreto armado*. Revista Ingeniería de Construcción. Lima : s.n., 2022.

Díaz Alarcón, Pablo Andrés. 2018. *análisis de estructuras aisladas con el método de múltiples sub-estructuras*. 2018.

Díaz, g., y otros. 2021. *aplicaciones del diseño generativo en la ingeniería estructural.* 2021.

Diego Hoces, Rully. 2021. *“evaluación por desempeño sísmico y comportamiento estructural de un edificio, huacho-2020.* huacho : s.n., 2021.

Escobar Montesinos, Juan Pablo. 2019. *análisis y diseño estructural considerando la interacción suelo-estructura de un edificio de 7 niveles.* 2019.

Estrada Reyes, Sofia Solange y Verde Huamán, Jhosep Kevin. 2020. *análisis comparativo del plan estructural utilizando el software etabs respecto al método tradicional de un edificio de 5 plantas con semisótano en el distrito de san martín de porras- lima.* 2020.

F Núñez, Ruiz d, Cortéz j. 2021. *análisis dinámico no lineal de edificios de acero sometidos a sismos.* chile : s.n., 2021.

Fernández Sola, Luciano Roberto, y otros. 2020. *acciones de diseño en cimentaciones en edificios de concreto reforzado con comportamiento inelástico.* mexico : s.n., 2020.

Francisco j. Pinto Vega y Christian Ledezma. 2019. *interacciones suelo-estructura con el subsuelo de edificios altos en santiago, chile.* 2019.

García Torres, Elva Yesenia. 2021. *“diseño estructural de un edificio multifamiliar reforzado sísmicamente con aisladores elastoméricos – arequipa 2021.* arequipa : s.n., 2021.

García, Arbey Octavio Méndez. 2014. *diseño sísmico estático.* 2014.

Gómez Rugel, Grabiél Eduardo. 2020. *metodología alternativa para diseño de sistemas de aislación sísmica basado en optimización de desempeño sísmico.* chile : s.n., 2020.

Gómez, Miguel a., Vielma, Juan c. y Díaz Segura, Edgar g. 2022. *evaluación numérica de la respuesta sísmica de estructuras fundadas en laderas.* chile : s.n., 2022.

Gutiérrez Trejo, Juan y Ayala Milián, Gustavo. 2022. *análisis de la resiliencia sísmica de edificios.* méxico : s.n., 2022.

Manuel, Meza Espinoza José. 2019. *optimización del diseño de estructuras de edificios multifamiliares en suelos blandos, utilizando modelos de interacción del suelo.* 2019.

Matias Saravia, Miguel Angel. 2021. *análisis sísmica empleando software etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismoresistente de un edificio de servicios , lurin, lima.* cesar vallejo. lima : s.n., 2021.

Meneses García, Roger Iván Y Meneses García, Marco David. 2022. *análisis estructural y diseño de muros estructurales de concreto armado de una vivienda multifamiliar de siete niveles en lima - lima - lince.*

Núñez, F., Ruíz, D. Y Cortés, J. 2021. *análisis dinámico no lineal de edificios de acero sometidos a sismos.* 2021.

Ortiz Rivas, Ricardi Jesús. 2021. *modelamiento estructural para determinar la confiabilidad del diseño de una edificación .* 2021.

Paredes Rojas, Ary Fabrizio. 2019. *identificación de sistemas con aislación sísmica.* chile : s.n., 2019.

Pinto Vega , Francisco Y Ledezma , Christian. 2019. *interacción suelo-estructura en edificios de gran altura con subterráneos en santiago, chile.* obras y proyectos. 2019.

Pujol , Santiago Y Rodriguez , Mario. 2019. *evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la ciudad de méxico en el terremoto del 19 de septiembre 2017.* mexico : s.n., 2019.

Ramírez Orosco, José Manuel. 2019. *diseño estructural de edificio multifamiliar de 8 niveles en surquillo-lima.* 2019.

Razo Carrasco, Daniela Giovanna Y García Domínguez, Octavio. 2020. *evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud.* ciudad de méxico : s.n., 2020.

Rodríguez Sánchez, Jose Luis. 2021. *evaluacion del desempeño sismico de un edificio multifamiliar implementando aisladores basales, lima2021.* universidad cesar vallejo. trujillo : s.n., 2021.

Ruiz García, Jorge, Y Otros. 2019. *comportamiento de edificios de acero con contraventeos excéntricos ante secuencias sísmicas.* 2019.

Sánchez Meza, Roque A. 2022. *una propuesta de aceleración máxima de suelo sísmico utilizando la clave peruana e. 030.* 2022.

Santiago Flores, Alejandro Y Tapia Hernández, Edgar. 2022. *respuesta sísmica de conexiones de acero hacia el eje menor de la columna.* 2022.

Sifuentes Gongora, Wilmer Jhonatan. 2020. *diseño sismico estructural de un edificio multifamiliar de 12 niveles con aisladores sismicos, urbanización san andres-trujillo-la libertad.* trujillo : s.n., 2020.

Velarde Cruz, , Fernando De Jesús, Bojórquez Mora, Juan Y Bojórquez Mora, Edén. 2022. *Confiabilidad estructural de edificios de concreto reforzado y sistema dual.* México : s.n., 2022.

Vilca Zapana, Dorland Clinton. 2022. *Desempeño sísmico de edificios multifamiliares insertando disipadores de energía, edificio díaz cuenta Juliaca, Puno 2022.* Puno : s.n., 2022.

Villarreal Castro, Genner Alvarito, Cerna Vasquez, Marco Antonio Y Espinoza Torres, Cesar Ubaldo. 2021. *interaccion sismica suelo-estructura en edificaciones con muros de ductilidad limitada sobre plateas de cimentación.* Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2021.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE DIMENSIÓN
Diseño sísmico y estructural	El diseño sísmico y estructural es el proceso mediante el cual se desarrolla y construye una estructura capaz de resistir las fuerzas generadas por los terremotos y garantizar la seguridad de las personas y los bienes.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los parámetros relevantes • Establecimiento de la normativa y regularizaciones • Selección del método y temática de análisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento Reglamento Nacional de Edificaciones 	Porcentual

Fuente: Elaboración propia

Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño Sísmico y Estructural Mediante el Sistema de	¿En qué medida el uso del software ETABS ayudará a mejorar el diseño estructural en un edificio multifamiliar en	GENERAL	Utilizando el software ETABS se logra obtener un diseño estructural adecuado de un	TIPO DE INVESTIGACIÓN	INDEPENDIENTE	diseño arquitectónico	Distribución de ambientes
		Aplicar el software Etabs para el diseño sísmico y estructural de edificios multifamiliares, con el propósito de mejorar la seguridad y la resistencia de esta estructura ante eventos sísmicos		Según su finalidad: Aplicada	Diseño sísmico y estructural	Estudio de mecánica de suelos	Capacidad portante
		ESPECÍFICOS		Según su alcance temporal: Transeccional		Espectro de diseño	Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
		Realizar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales para el diseño estructural del edificio multifamiliar de 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos,		Según su profundidad: Descriptivo		Criterios de estructuración	Predimensionamiento y estructuración

Muros Estructurales para un Edificio Multifamiliar, Calle Grimaldo del Solar, Miraflores, Lima	calle Grimaldo del Solar N° 701-711 en Miraflores, Lima?	cuarto de bombas y cisterna usando el software ETABS.	edificio multifamiliar , el edificio tiene 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna ubicado en la calle Grimaldo del Solar N°701-711 en Miraflores, Lima.			
		Realizar el análisis sísmico estático para el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna usando el software ETABS.		Según el carácter de medida: cuantitativa	Análisis estructural	Análisis sísmico estático
		realizar el análisis sísmico dinámicos para el diseño estructural de edificios multifamiliares utilizando el software ETABS.		Según su dimensión temporal: Descriptiva DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN No experimental Transversal descriptivo		Análisis sísmico dinámico

ANEXO 2: Instrumentos de recolección de datos.

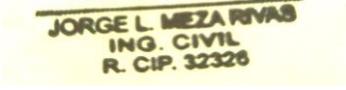
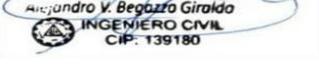
CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Predimensionamiento

Resumen de predimensionamiento

Columna	$A_{col} = \frac{P \times A_{trib} \times N_{pisos}}{0.35f'_c}$	
Viga	$\frac{Ln}{10}$	
L. Aligerada	$4 \leq 5.5 \text{ m}$	
Placa	$L_{x,y} = \frac{V_{basal\ x,y}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * t}$	

Fuente: Elaboración propia

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ----- ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Análisis sísmico estático

Resumen de análisis sísmicos estático en dirección X

Tx		C	
Z		$R=R0*Ia*Ip$	
U		Ia	
S		Ip	
TP		TL	
Cx/Rx>0.11			
Peso(ton)			
$Vx=ZUCxS/Rx$			
Vex(ton)			

Fuente: Elaboración propia

Story	Peso (ton)	Hi (m)	$Pi=Hi^k$	α_i	$Fi=\alpha_i*Vex$
Azotea					
Nivel 9°					
Nivel 8°					
Nivel 7°					
Nivel 6°					
Nivel 5°					
Nivel 4°					
Nivel 3°					
Nivel 2°					
Nivel 1°					

Fuente: Elaboración propia

Resumen de análisis sísmicos estático en dirección Y.

Tx		C	
Z		$R=R_0 \cdot I_a \cdot I_p$	
U		Ia	
S		Ip	
TP		TL	
Cx/Rx > 0.11			
Peso(ton)			
Vx = ZUCxS/Rx			
Vex(ton)			

Fuente: Elaboración propia

Story	Peso (ton)	Hi (m)	Pi=Hi ^k	αi	Fi= αi*Vex
Azotea					
Nivel 9°					
Nivel 8°					
Nivel 7°					
Nivel 6°					
Nivel 5°					
Nivel 4°					
Nivel 3°					
Nivel 2°					
Nivel 1°					

Fuente: Elaboración propia

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  JORGE L. MEZA RIVAS ING. CIVIL R. CIP. 32326	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  Alejandro V. Begazzo Giraldo INGENIERO CIVIL CIP: 139180

Fuente: Elaboración propia

Análisis sísmico dinámico

Aceleración espectral

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Aceleración espectral

Z	0,45		
T _P (S)	0,4	TL	2,5
Factor de suelo "S"=	1		
Factor de Uso "U"=	1		
R _x	3,6		
R _y	3,6		

Fuente: Elaboración propia

FACTOR=ZUSg/R 1,22625

Aceleración espectral

T	C	S _a

TP=

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  <hr/> ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  <hr/> JORGE L. MEZA RIVAS ING. CIVIL R. CIP. 32326	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  <hr/> Alejandro V. Begazzo Giraldo INGENIERO CIVIL CIP: 139180

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: Evaluación por juicio de expertos

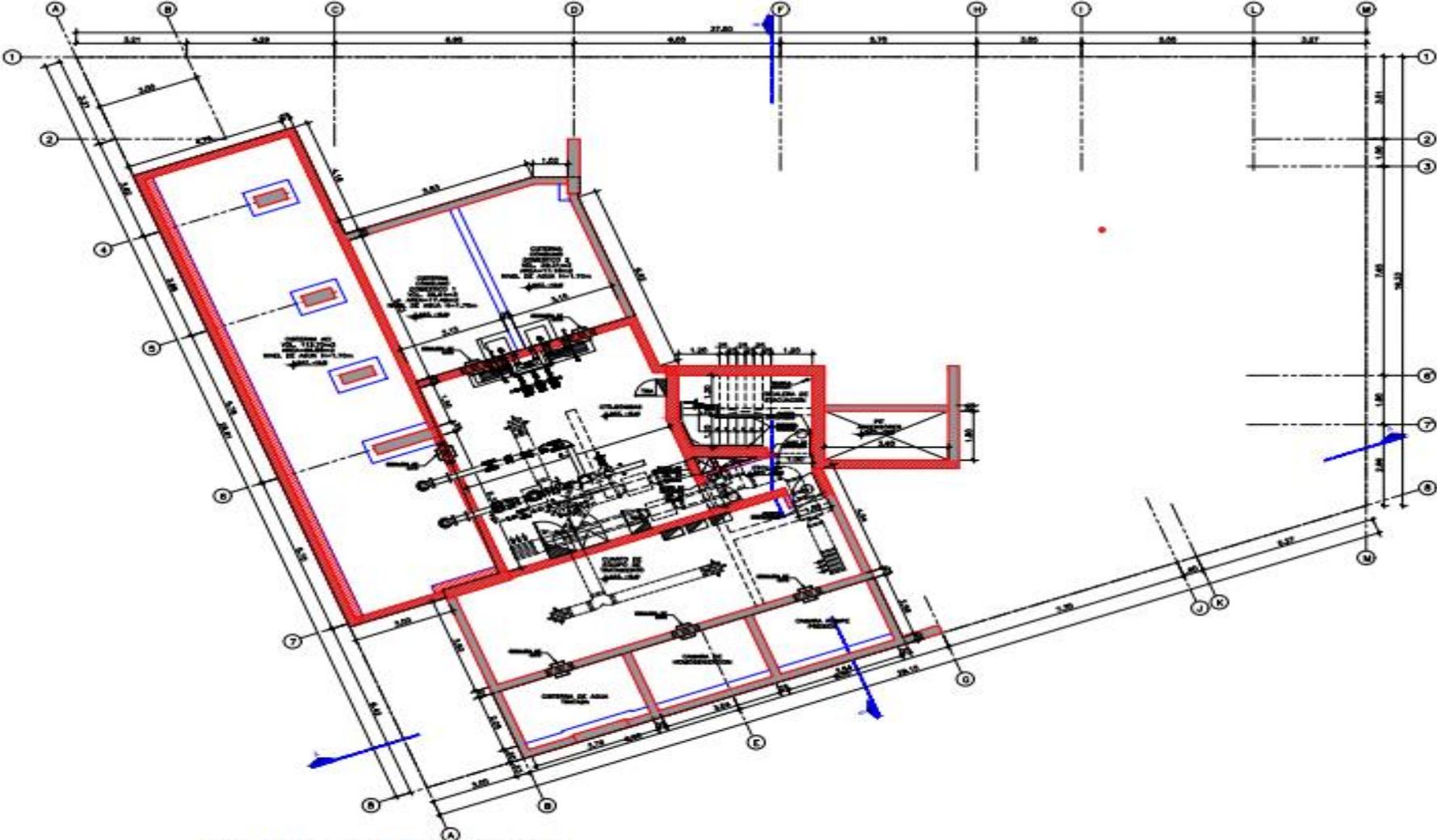
Diseño arquitectónico

Descripción arquitectónica

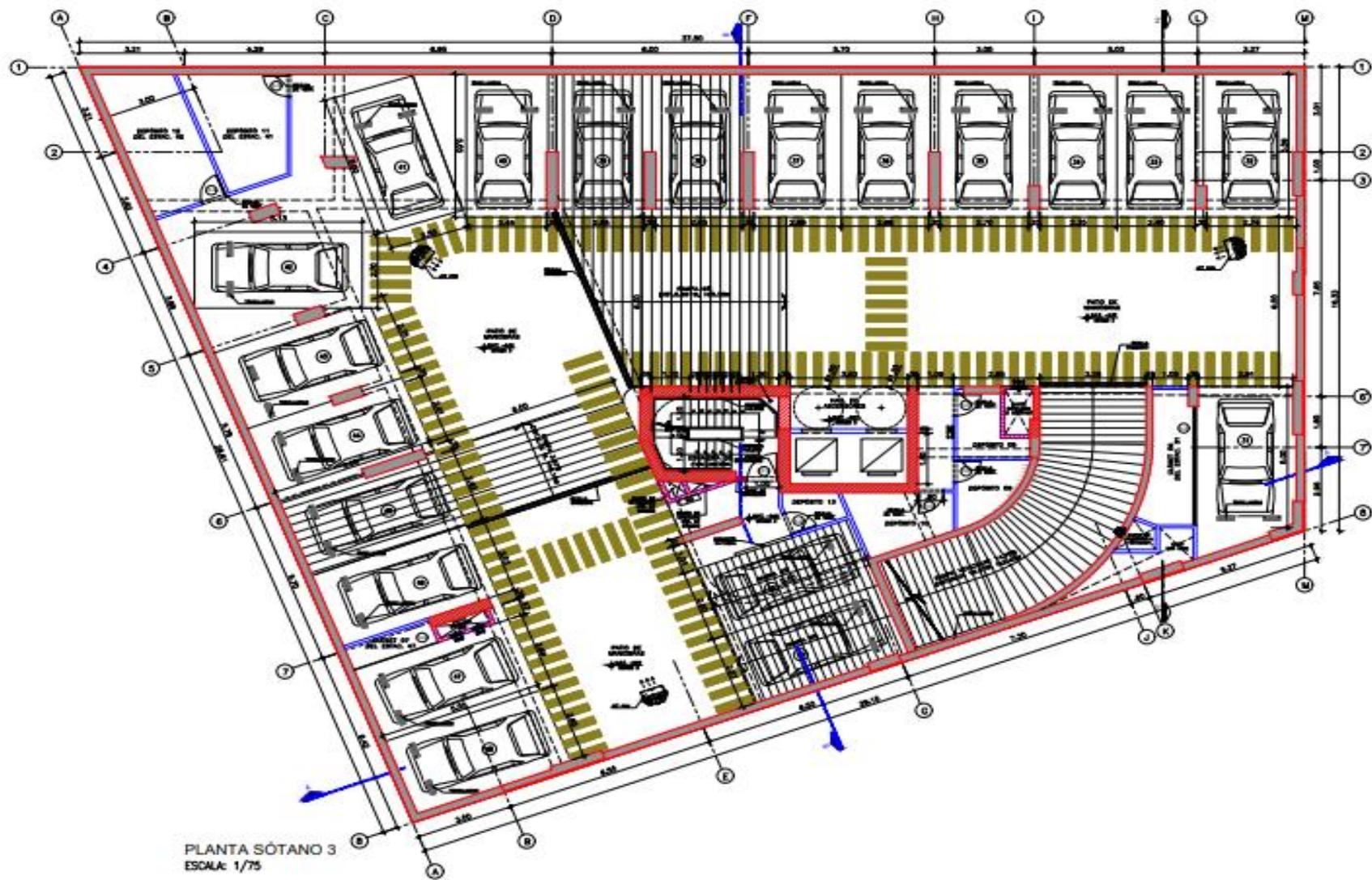
El proyecto consta de un edificio multifamiliar de 9 niveles, azotea y dentro de ellos se encuentra 3 sótanos, cuarto de bombas y cisterna del edificio multifamiliar en la calle Grimaldo del Solar N° 701-711 en Miraflores, Lima. Este proyecto consta de un área de terreno 725.90 m², el cual contempla lo siguiente:

- Planos de Arquitectura
- Planos de corte y elevación

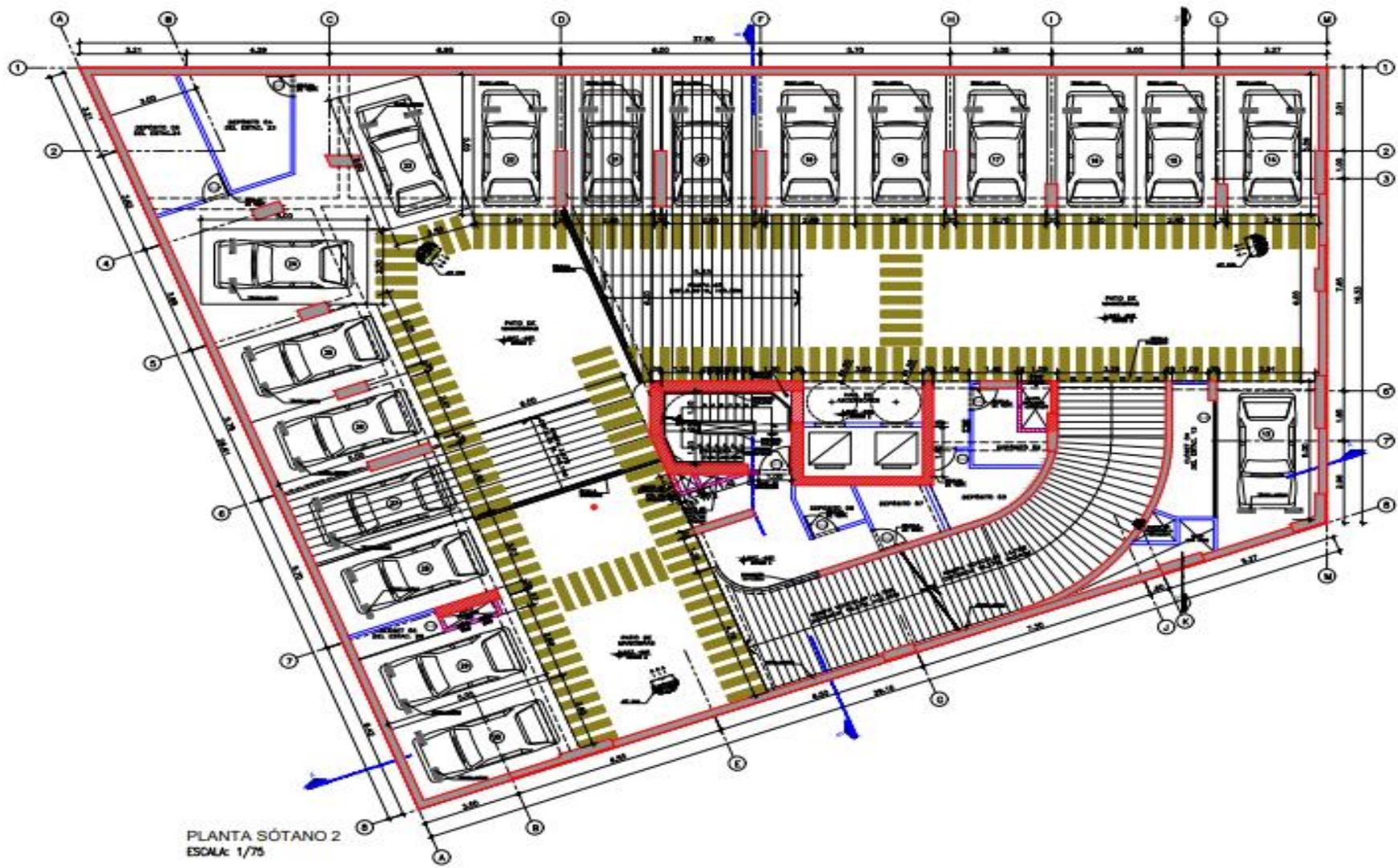
Planos de Arquitectura, de corte y elevación



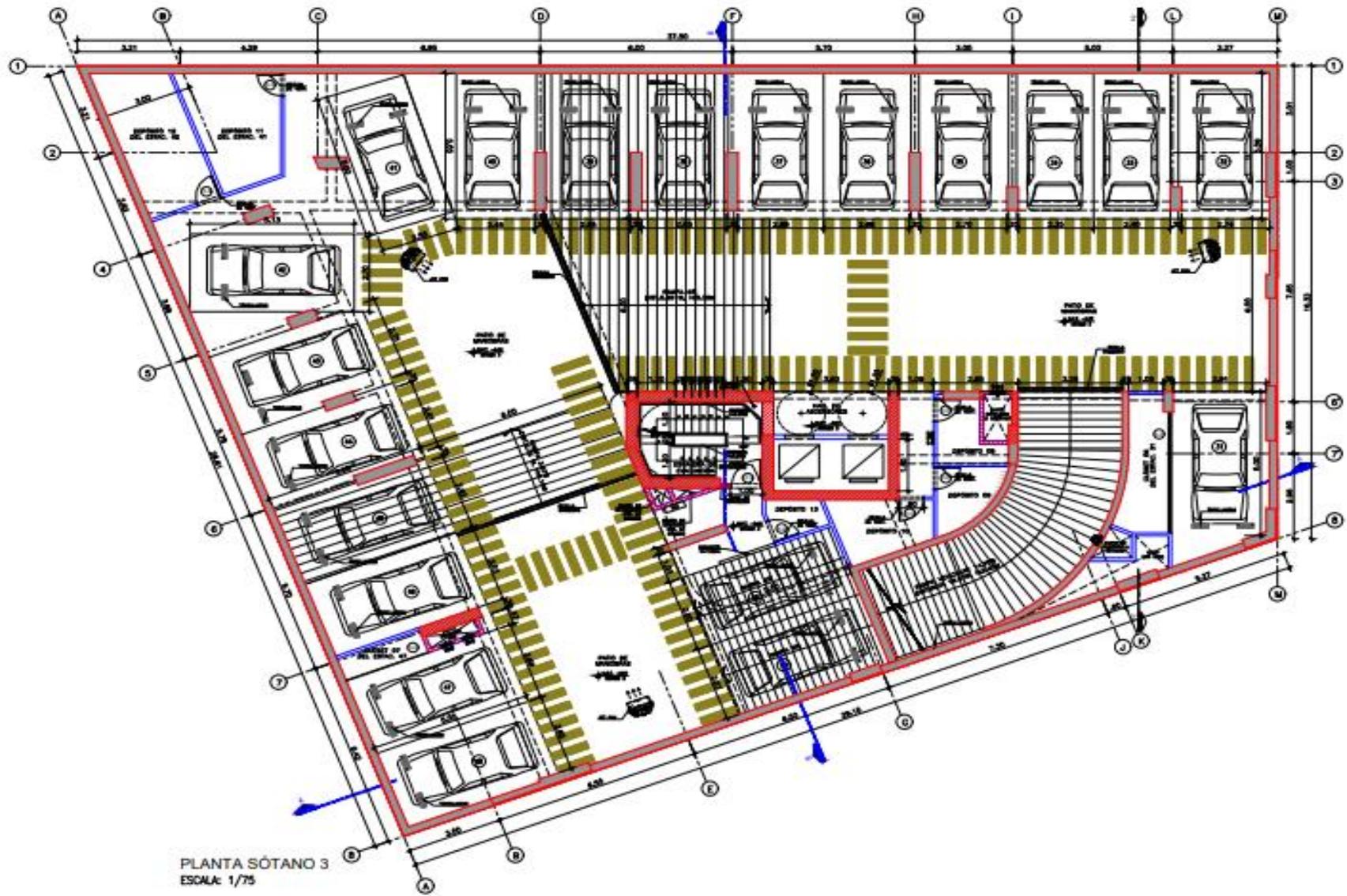
PLANTA CUARTO DE BOMBAS Y CISTERNAS
ESCALA: 1/75

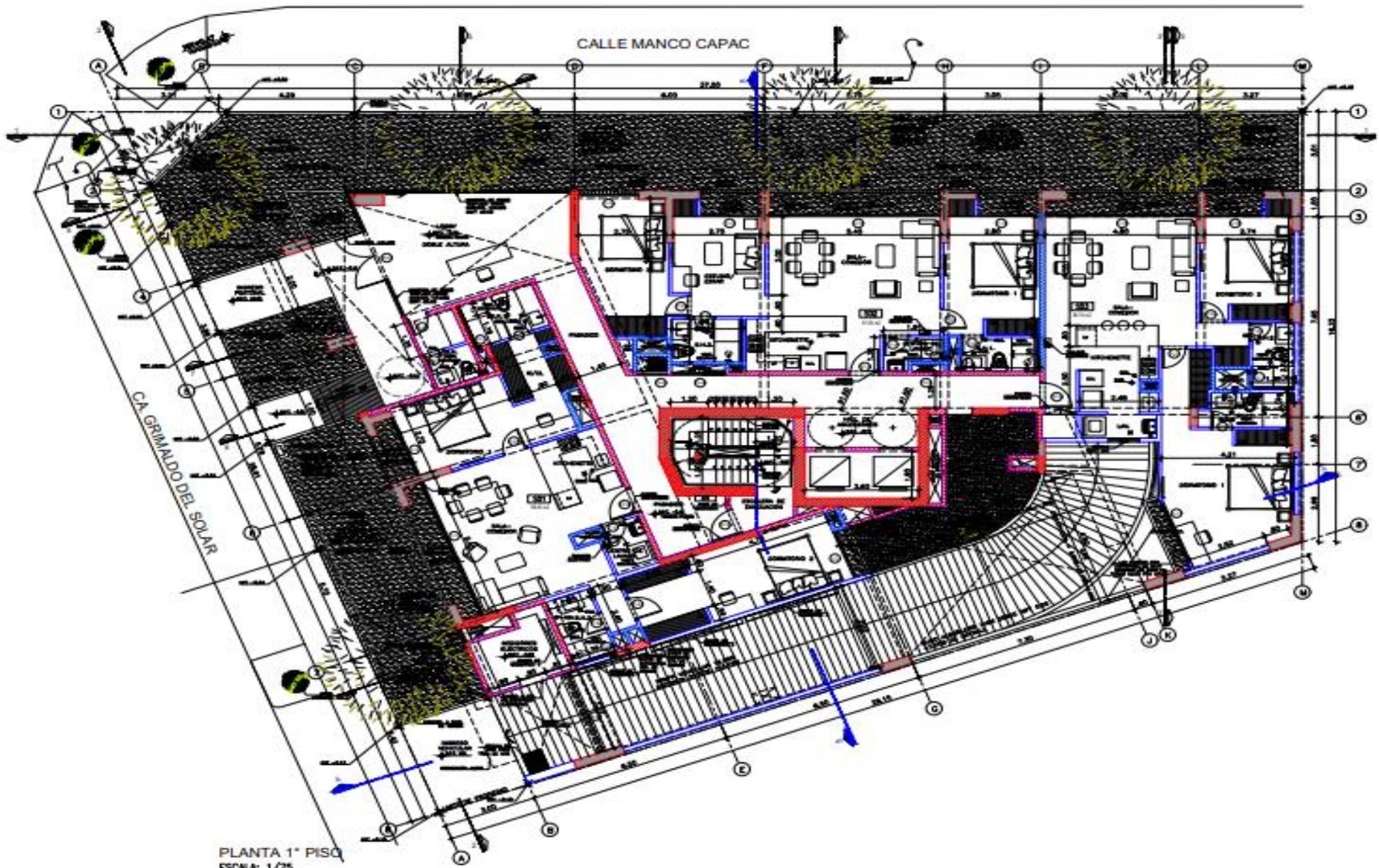


PLANTA SÓTANO 3
 ESCALA: 1/75



PLANTA SÓTANO 2
 ESCALA: 1/75

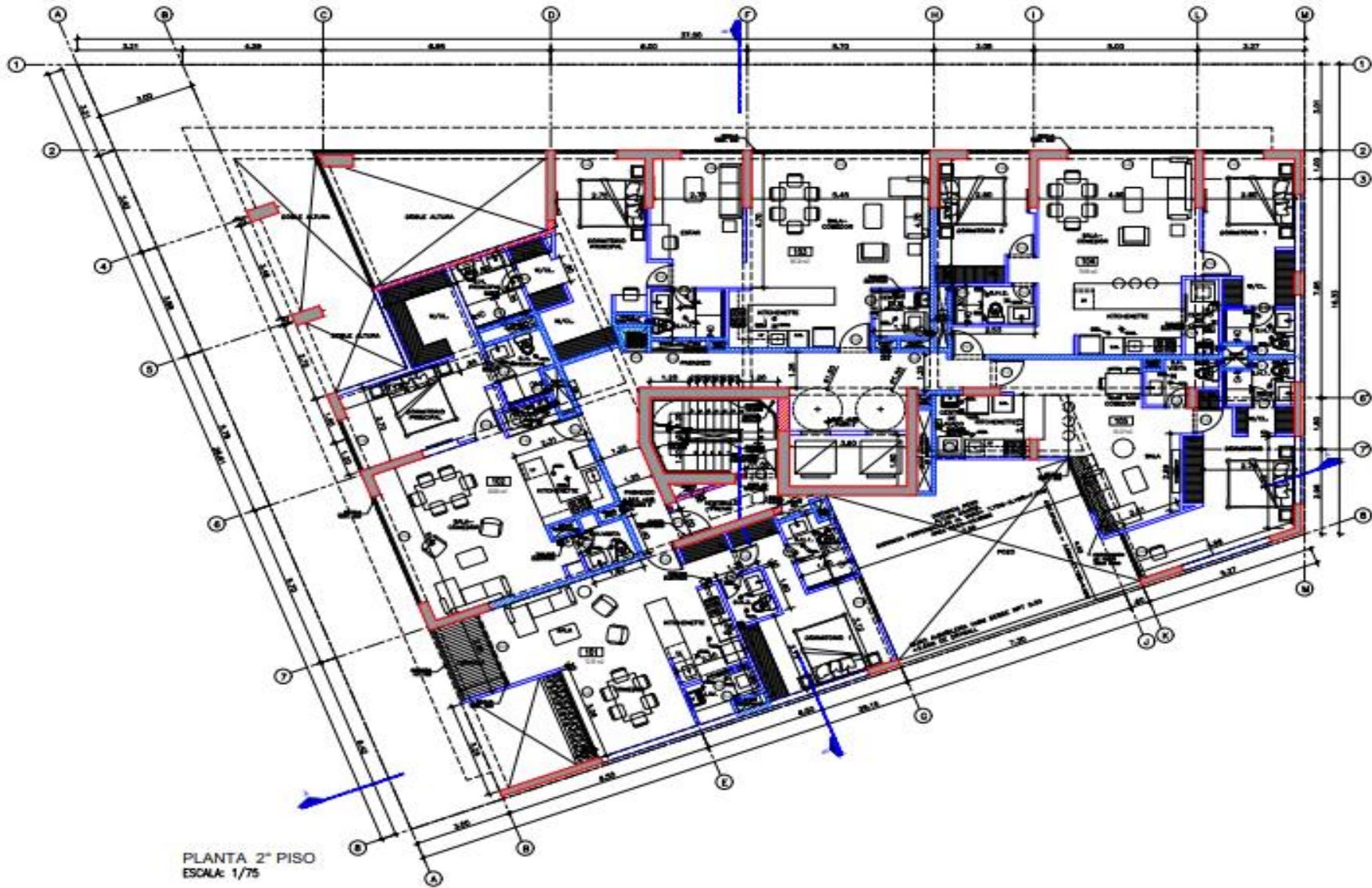




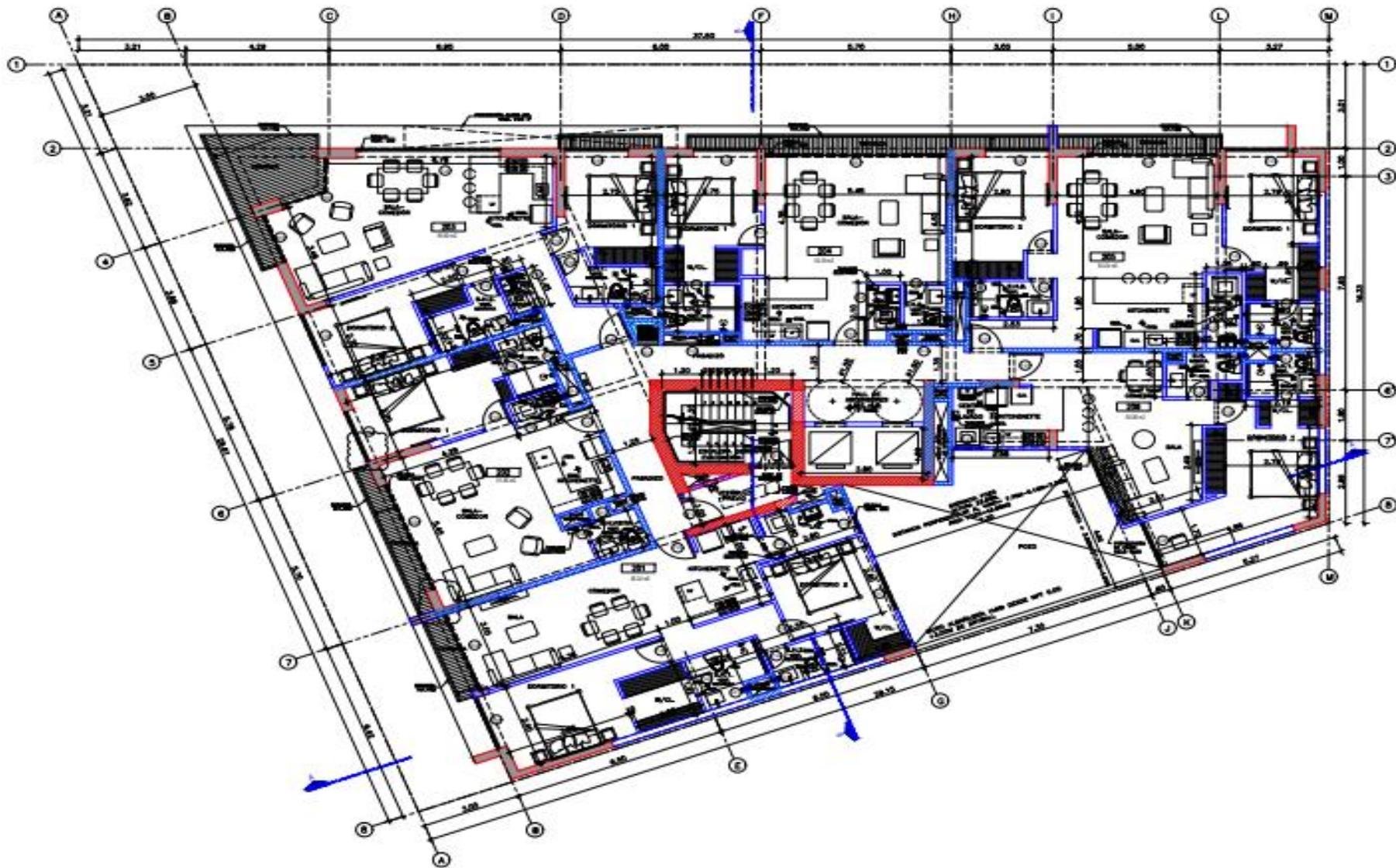
CALLE MANCO CAPAC

CALLE GRIMALDO DEL SOLAR

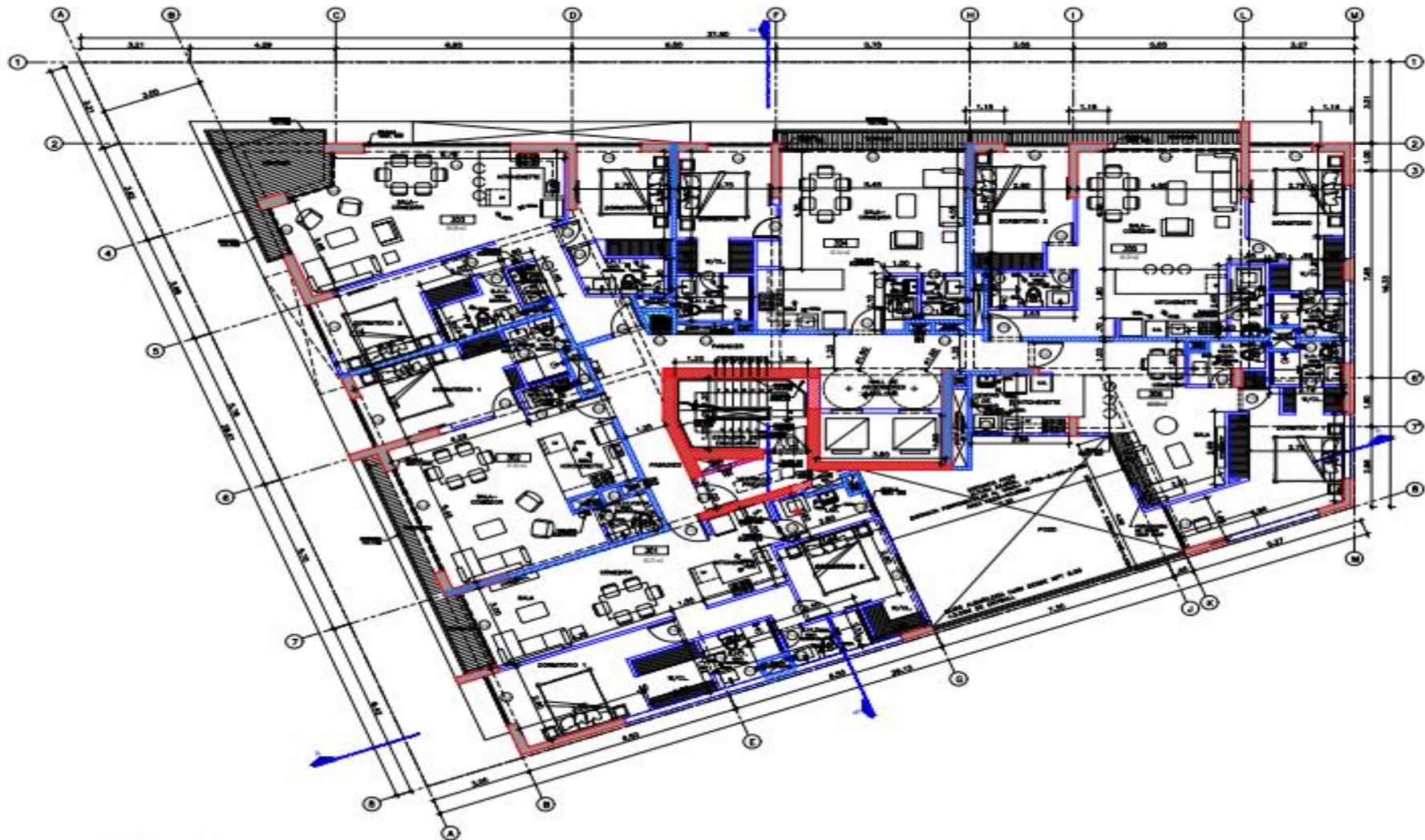
PLANTA 1° PISO
ESCALA: 1/75



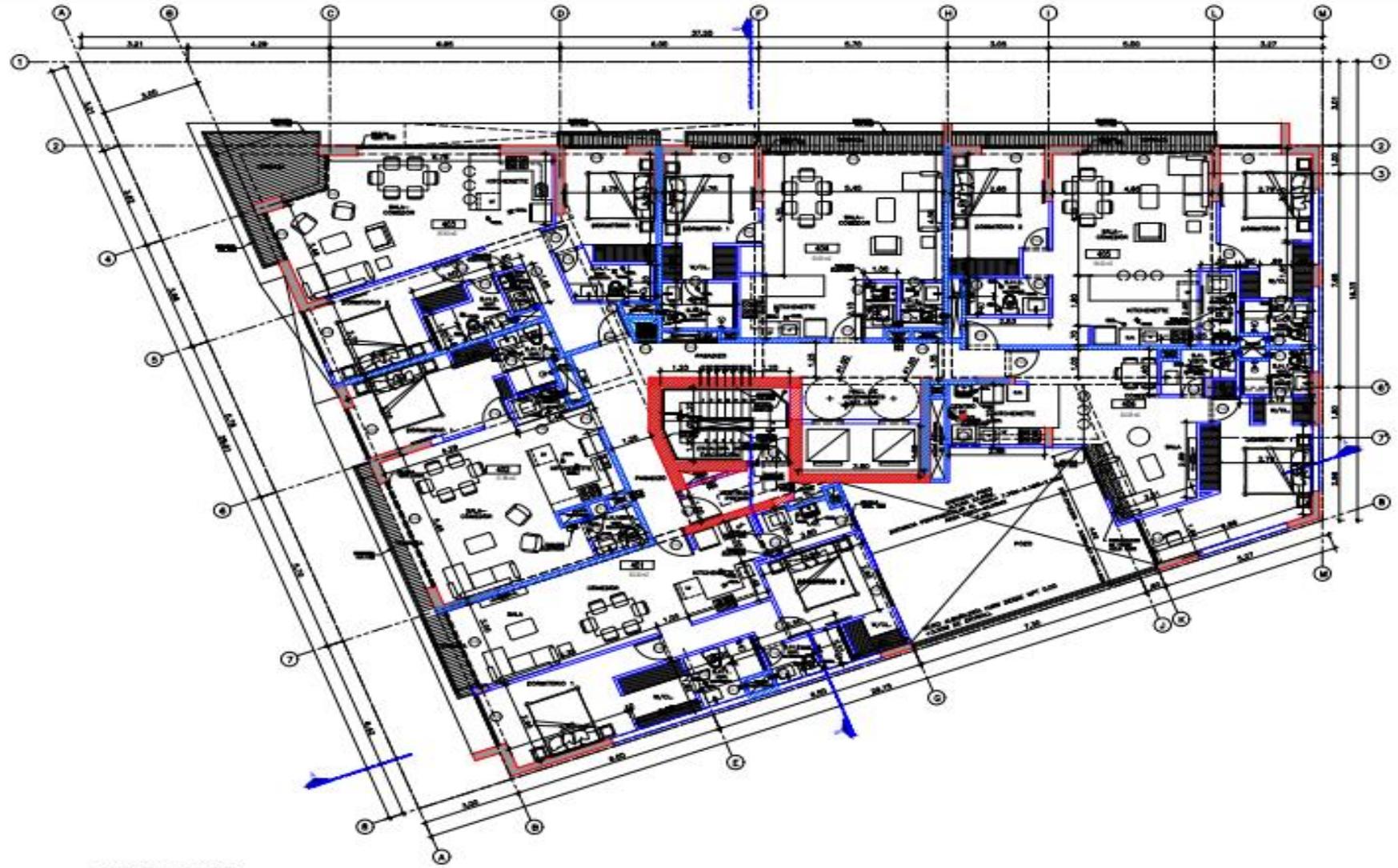
PLANTA 2° PISO
ESCALA: 1/75



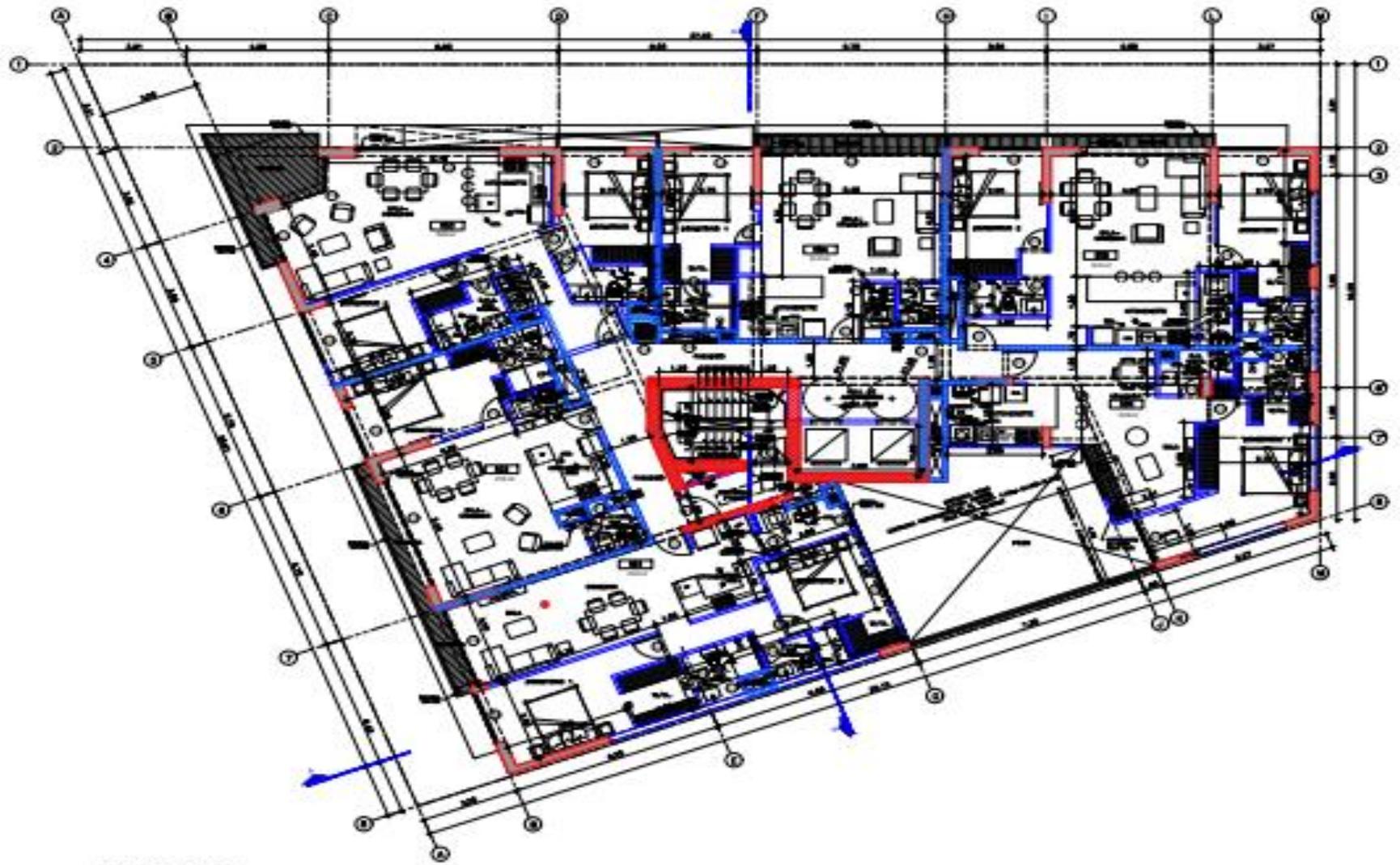
PLANTA 3° PISO
 ESCALA: 1/75



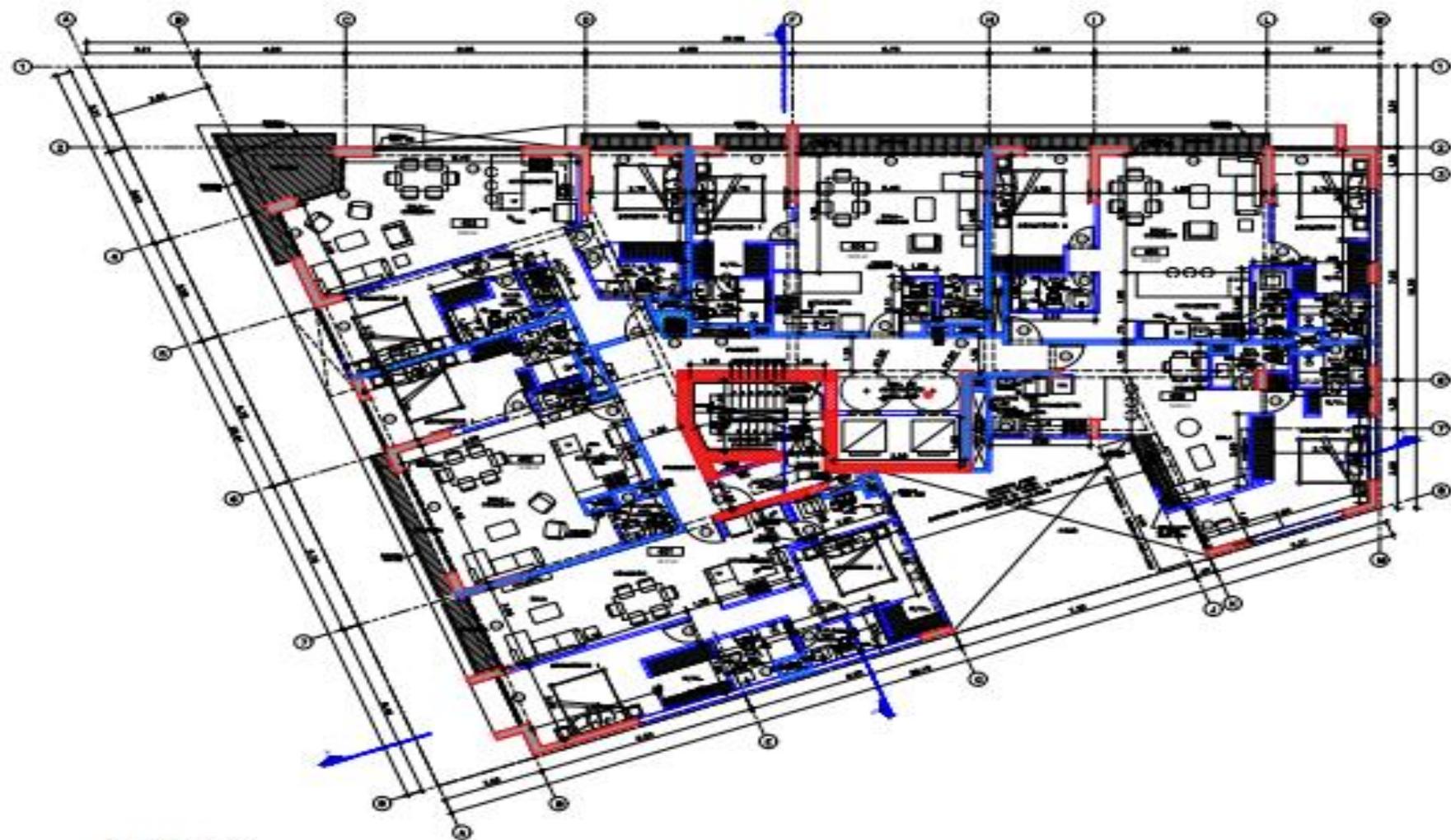
PLANTA 4° PISO
ESCALA: 1/75



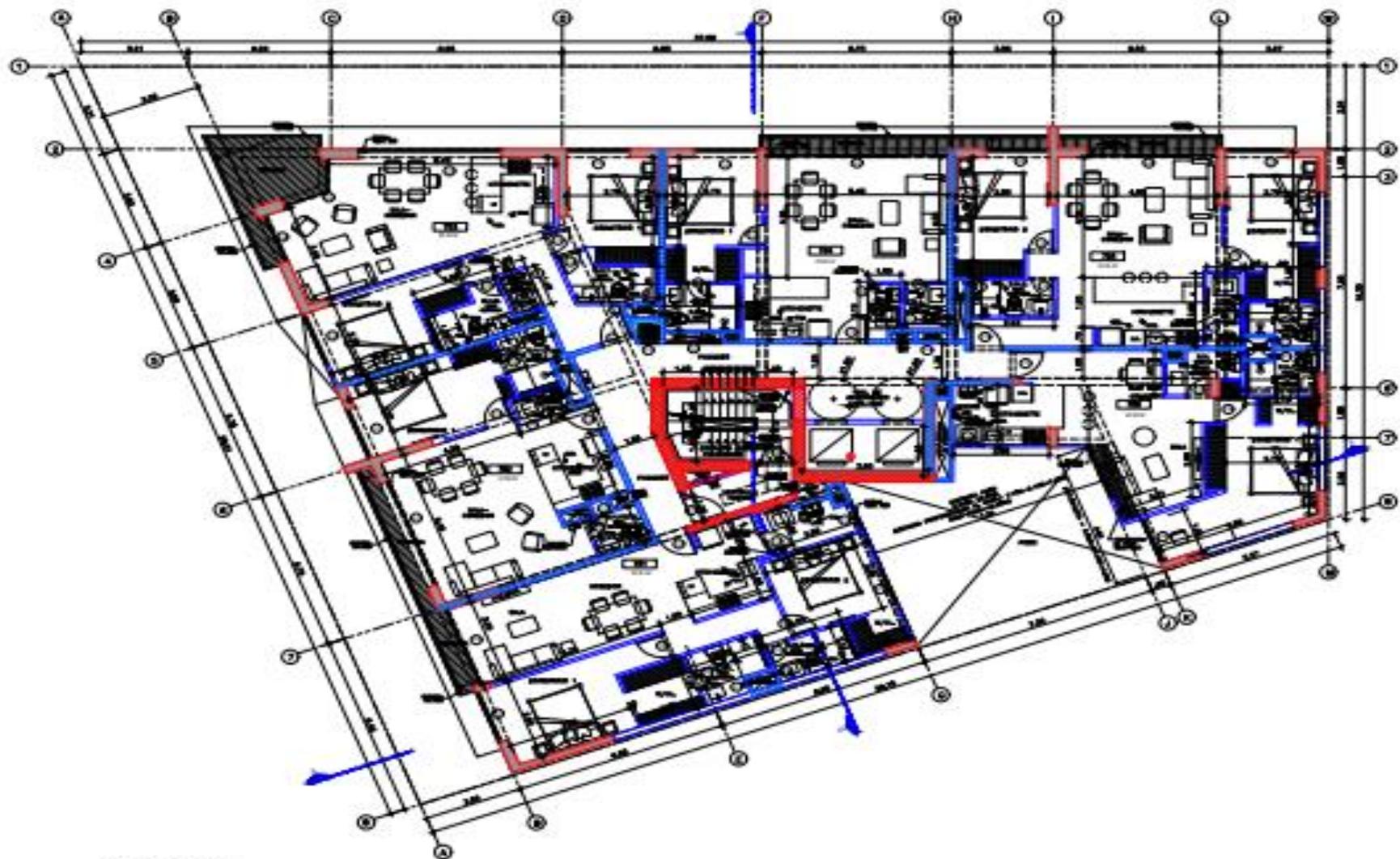
PLANTA 5° PISO
 ESCALA: 1/75



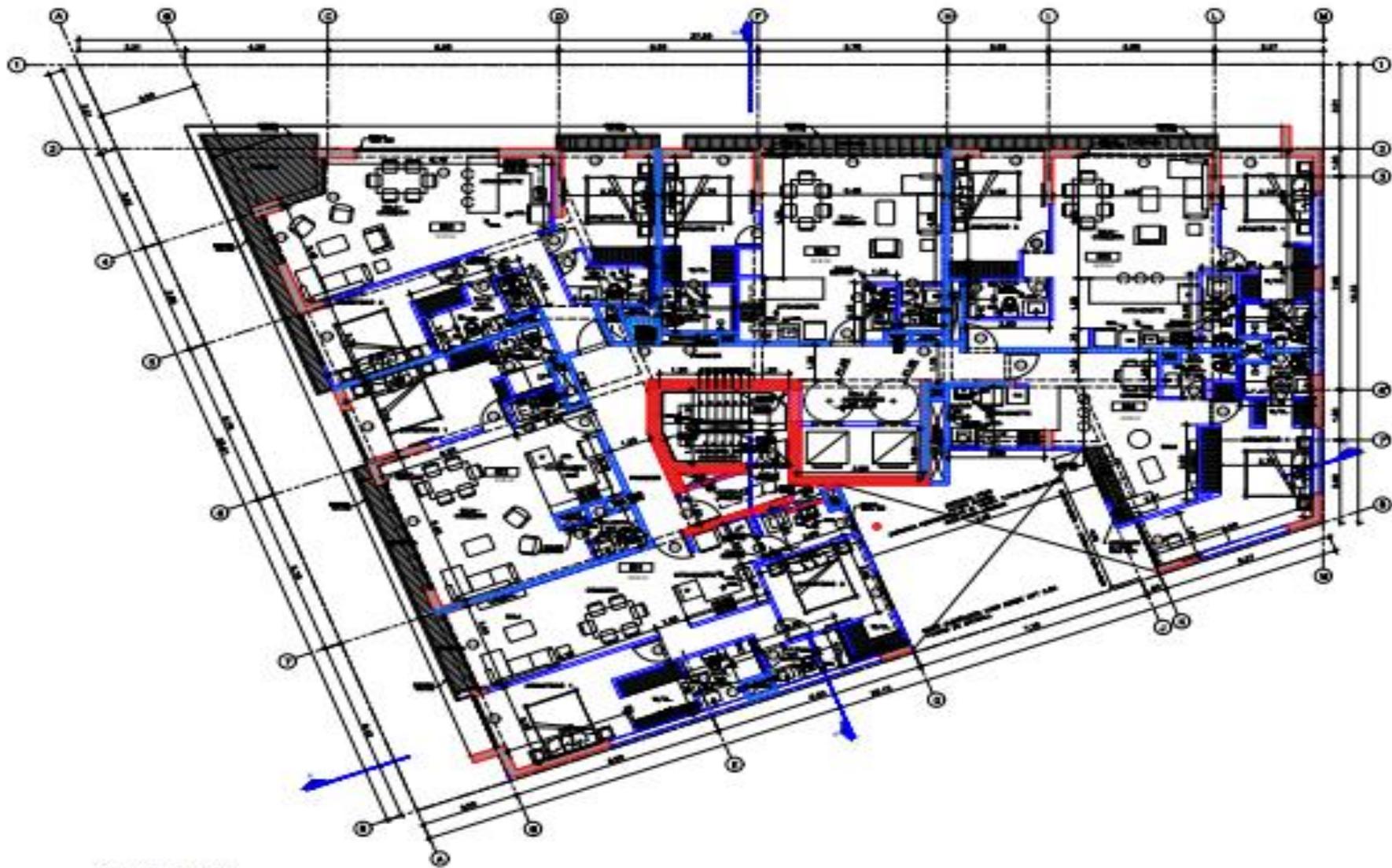
PLANTA 6° PISO
ESCALA: 1/75



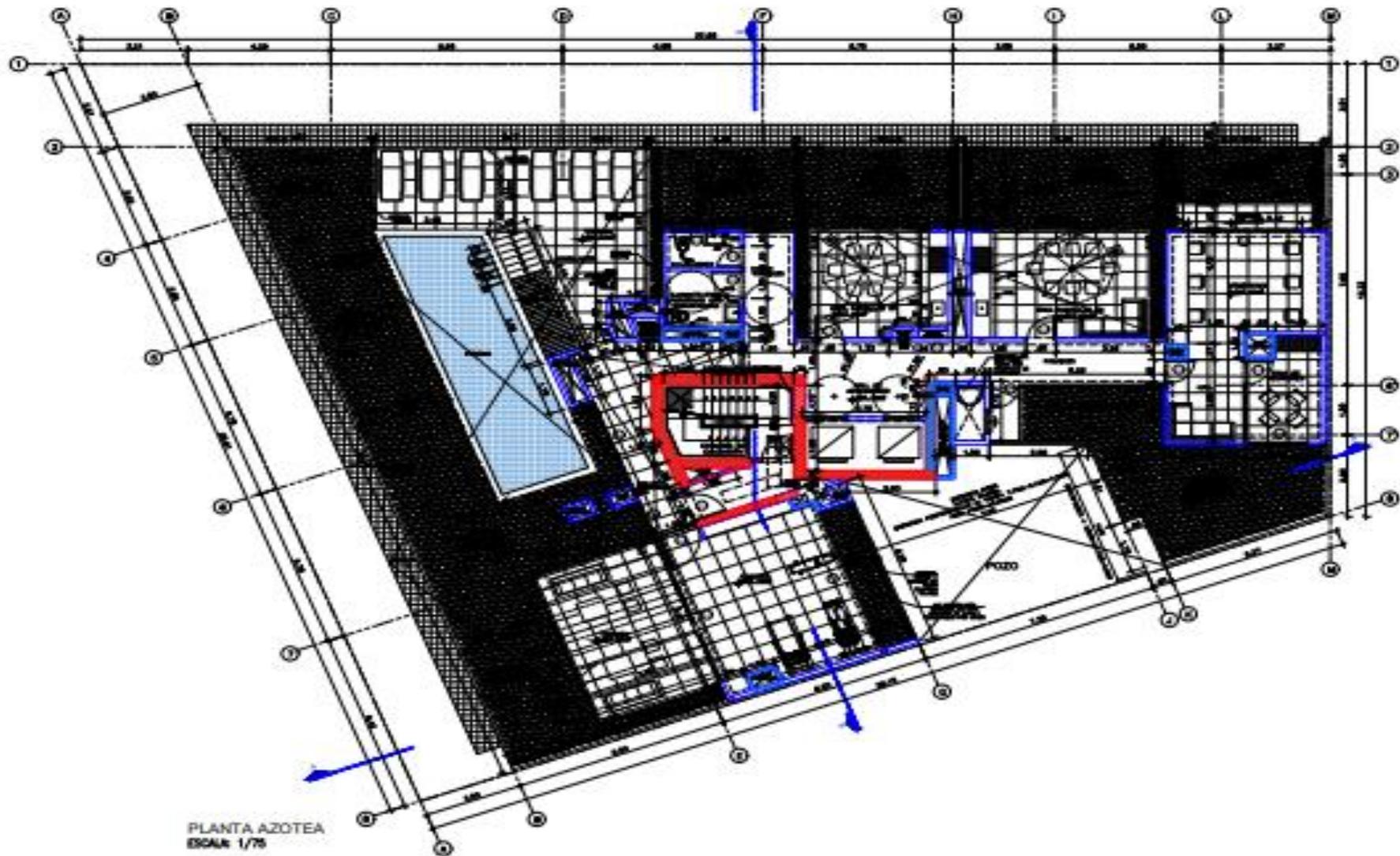
PLANTA 7° PISO
ESCALA: 1/75

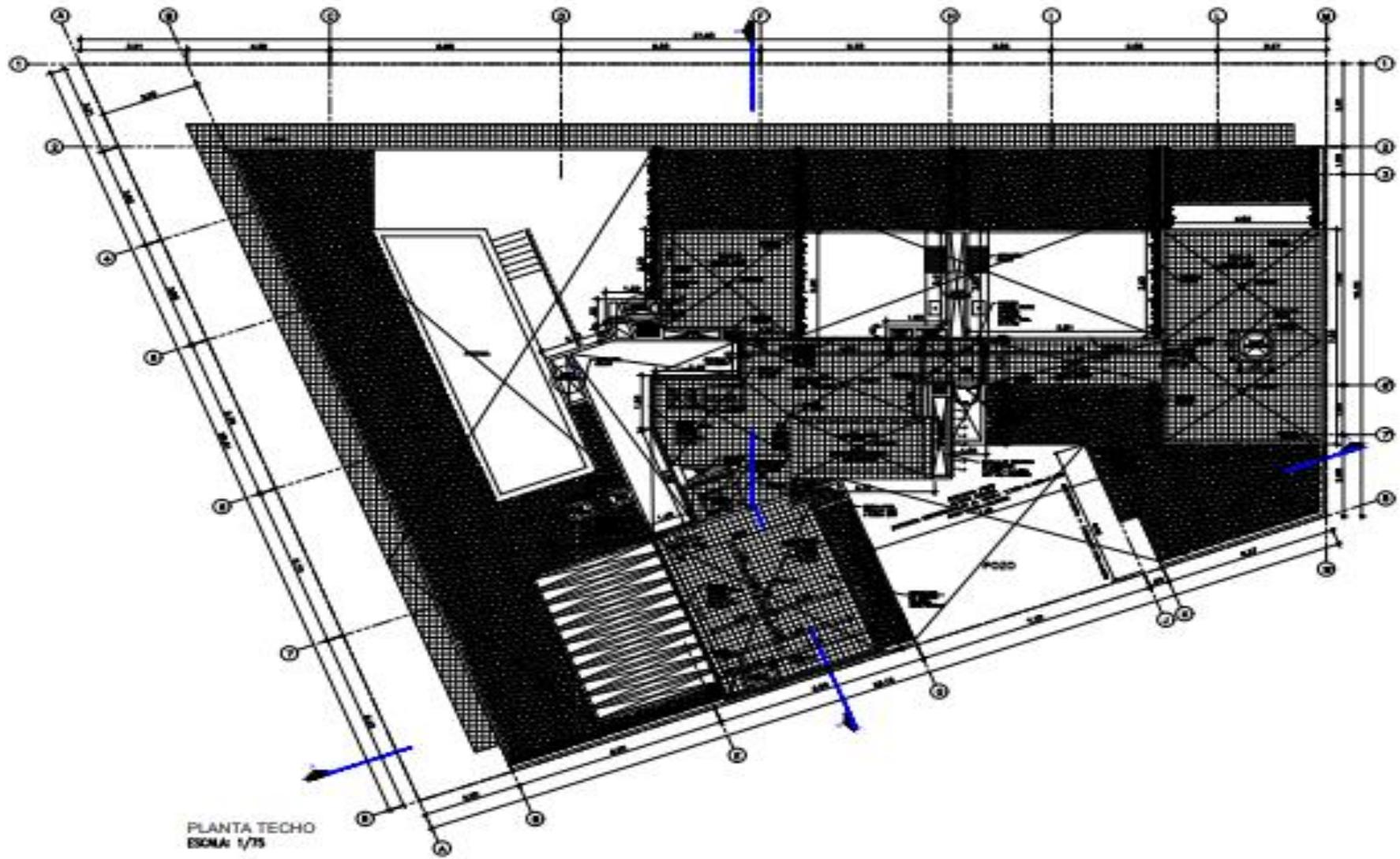


PLANTA 8° PISO
ESCALA 1/75



PLANTA 9° PISO
ESCALA 1/75

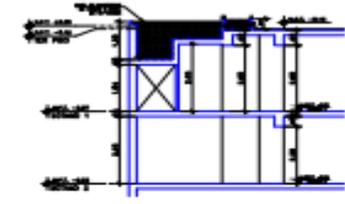




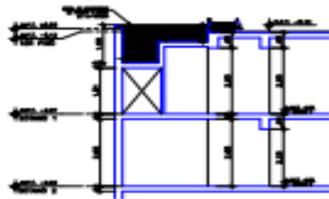
PLANTA TECHO
ESCALA: 1/75



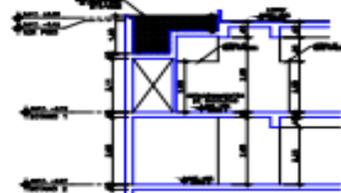
SECCION 2-2
ESCALA: 1/75



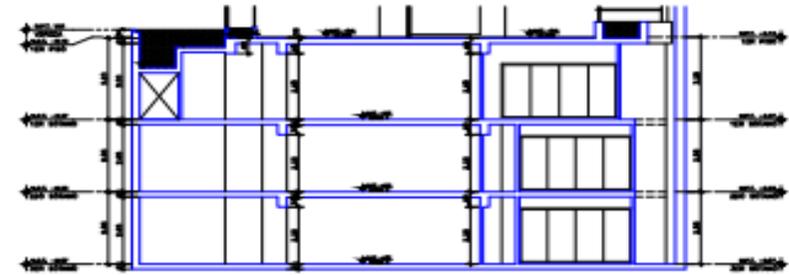
SECCION 3-3
ESCALA: 1/75



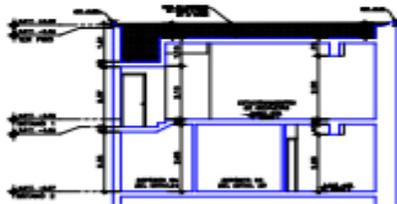
SECCION 4-4
ESCALA: 1/75



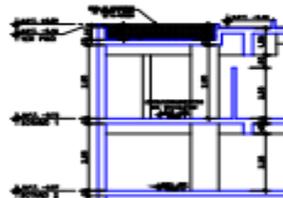
SECCION 5-5
ESCALA: 1/75



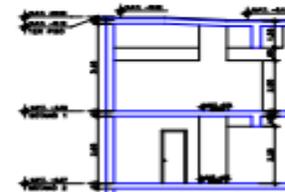
SECCION 3'-3'
ESCALA: 1/75



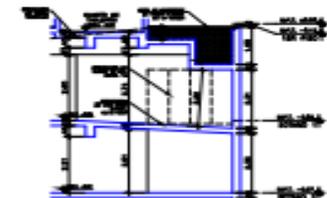
SECCION 6-6
ESCALA: 1/75



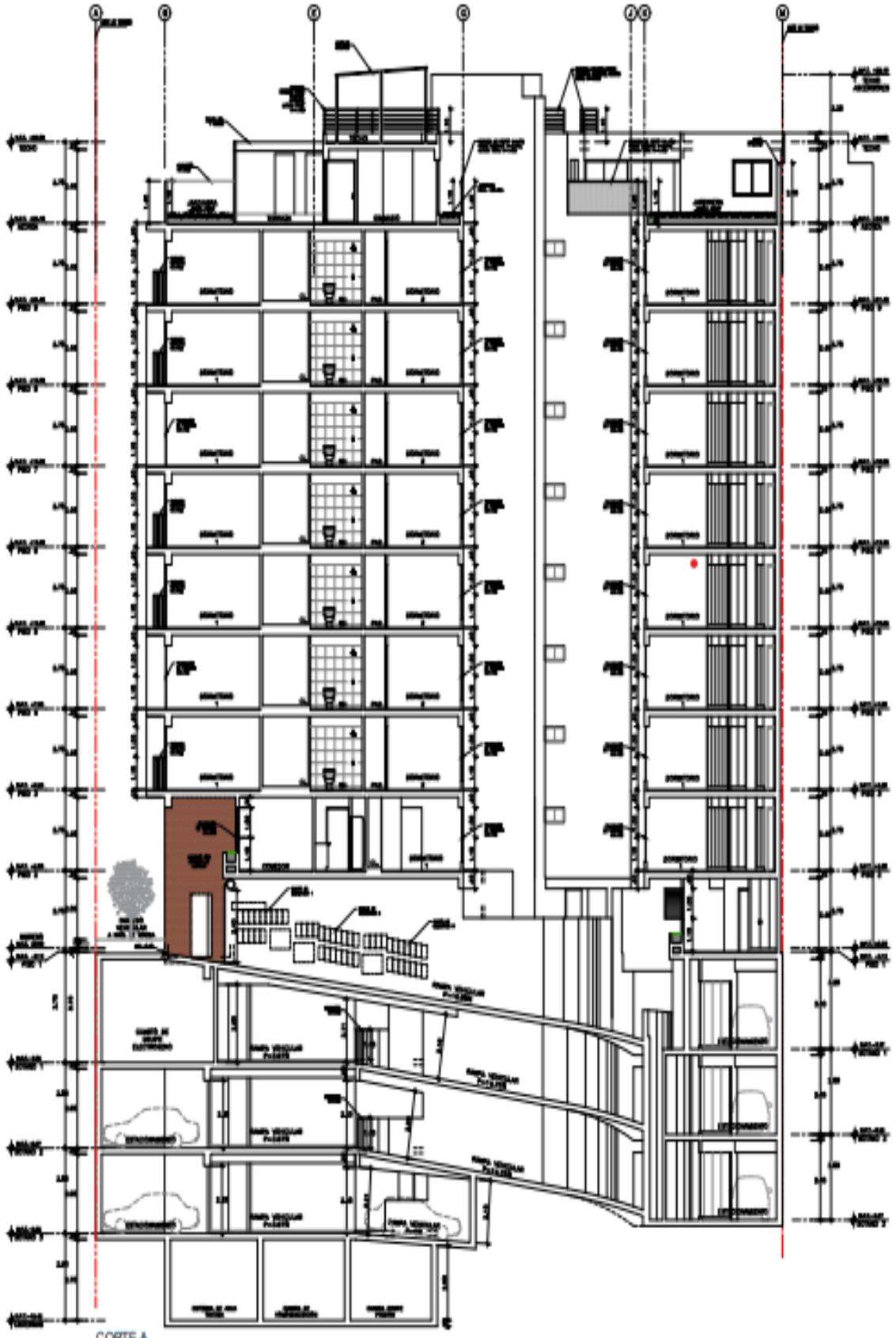
SECCION 7-7
ESCALA: 1/75



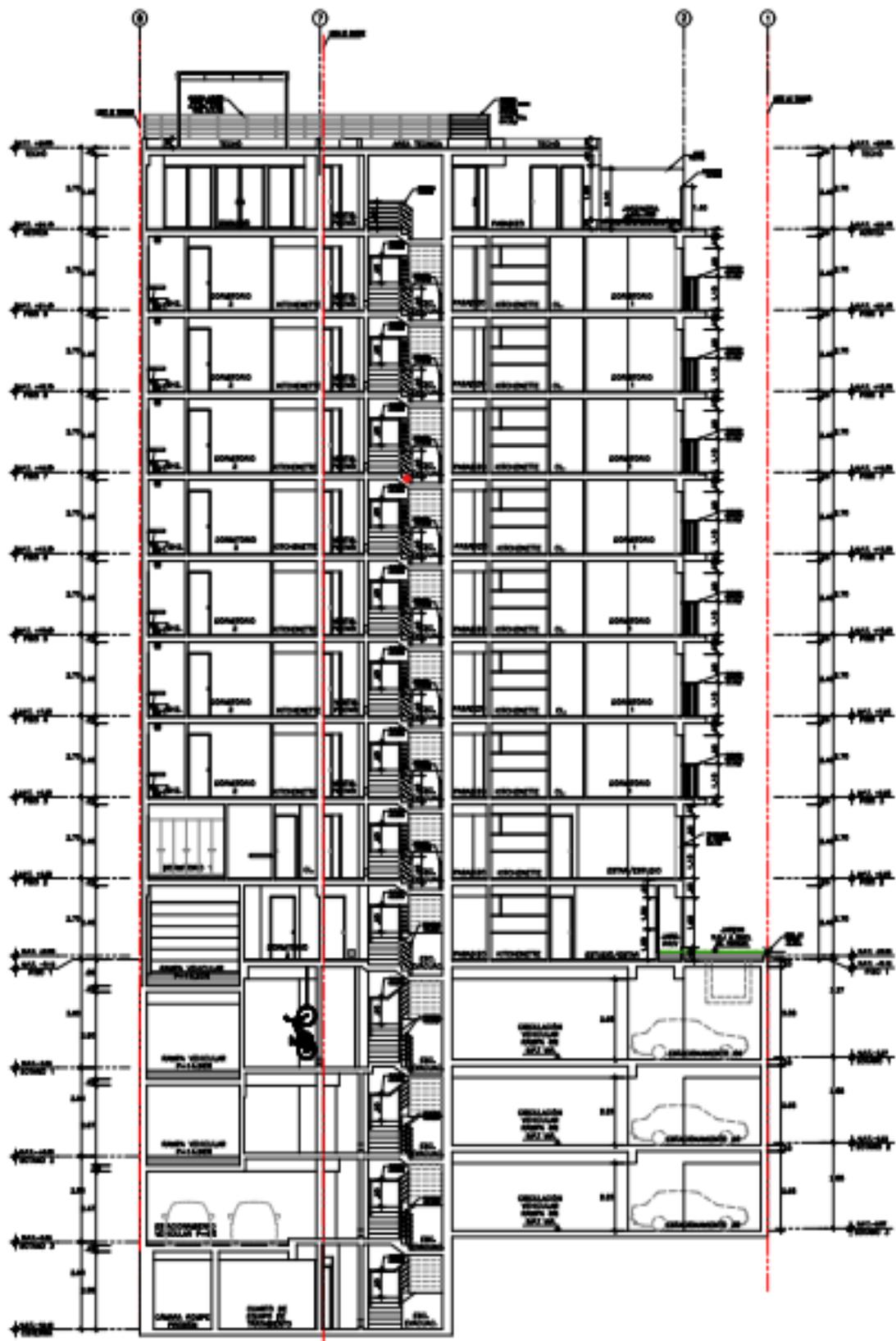
SECCION 8-8
ESCALA: 1/75



SECCION 9-9
ESCALA: 1/75



CORTE A
ESQA: 1/75



CORTE B
ESCALA: 1/75

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  JORGE L. MEZA RIVAS ING. CIVIL R. CIP. 32326	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  Alejandro V. Begazzo Giraldo INGENIERO CIVIL CIP: 139180

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



FICHA TÉCNICA DE ESTUDIO DE SUELOS

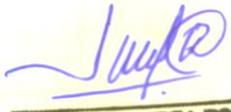
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	VIVIENDA MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN:	Esquina Calle Grimaldo del Solar con Calle Clemente Palma –Distrito de Miraflores – Provincia y Departamento de Lima
FECHA:	12/04/2022
N° DE CALICATAS	5

II. RESUMEN DE RESULTADOS DE CALICATAS

ITEM	DESCRIPCIÓN	CALICATAS				
		C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
1	Ubicación(km)	Lima-Miraflores				

2	Prof. Estrato	1,20-6,00	1,00-6,00	0,90-10,00	1,40-6,00	1,30-6,00
3	PROPIEDADES FÍSICAS					
3.01	Contenido de humedad (%)	2.60%	3.05%	2.90%	2.80%	3.10%
3.02	Finos (%)	1.00%	2.00%	1.00%	2.00%	2.00%
3.03	Arenas (%)	38.00%	38.00%	41.00%	40.00%	42.00%
3.04	Gravas (%)	61.00%	60.00%	58.00%	58.00%	56.00%
3.05	Límite Líquido (%)	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.	N.T.
3.06	Limite Plástico (%)	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
3.07	Índice de plasticidad (%)	-	-	-	-	-
4	CLASIFICACIÓN					
4.01	SUCS	GP con arena				
4.02	AASHTO	-	-	-	-	-
4.03	Índice de grupo	-	-	-	-	-
4.04	Tipo de perfil de suelo	S1	S1	S1	S1	S1
5	PROPIEDADES MECÁNICAS					
5.01	Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.23	2.19	2.25	2.20	2.30
6	PROPIEDADES DE CEMENTACIÓN					
5.02	Tipo de cimentación	Cim. Corrida				
5.03	q adm (kg/cm ²)	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  JORGE L. MEZA RIVAS ING. CIVIL R. CIP. 32326	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  Alejandro V. Begazzo Giraldo INGENIERO CIVIL CIP: 139180

CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Predimensionamiento

Predimensionamiento de columna

$$A_{col} = \frac{P \times A_{trib} \times N_{pisos}}{0.35 f'_c} \quad P = \begin{cases} \text{Cat. edifi.: A} \rightarrow P = 1500 \text{ kgf/m}^2 \\ \text{Cat. edifi.: B} \rightarrow P = 1250 \text{ kgf/m}^2 \\ \text{Cat. edifi.: C} \rightarrow P = 1000 \text{ kgf/m}^2 \end{cases}$$

$$A_{col} = \frac{1000 \times (5.30 \times 4.60) \times 9}{0.35 \times 320} = 1959.10 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, la columna empleada fue la C-9 de 25*20 siendo un total de 1750 cm².

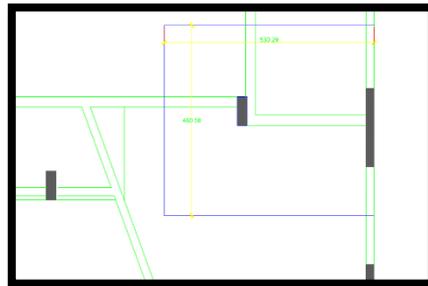


Figura 1. Margen de área tributaria de análisis.

Predimensionamiento de viga

Predimensionando se obtuvo la viga V-101(30*60), para techos

$Ln=5.70$ $h=5.70/10=0.57\text{m}$ que equivalen a un $h=0.60 \text{ m}$

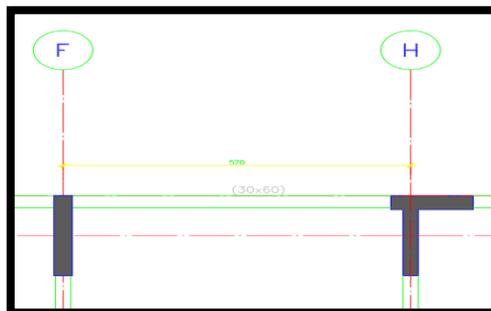


Figura: Longitud de análisis para viga peraltada.

Predimensionamiento de losa aligerada

Aligerado con H: 0.20m por luces entre 4 ≤ 5.5 m.

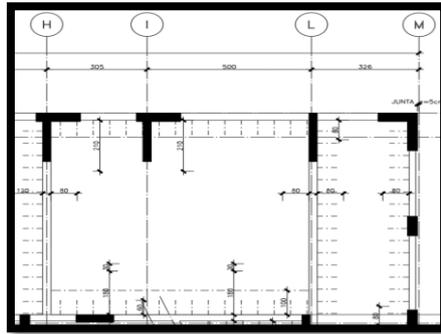


Figura. Aligerado con H: 0.20m por luces menores a 5.5 m.

Predimensionamiento de placas

Altura de la placa PL-12 es de 40m

$$t \geq \frac{H}{25}$$

$$t = \frac{40}{25} = 1.6$$

$$t_{\text{usar}} = 0.35$$

$$L_{x,y \text{ basal}} = \frac{V_{\text{basal } x,y}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * t}$$

$$L_{x,y \text{ basal}} = \frac{987000}{0.85 * 0.53 * \sqrt{320} * 35}$$

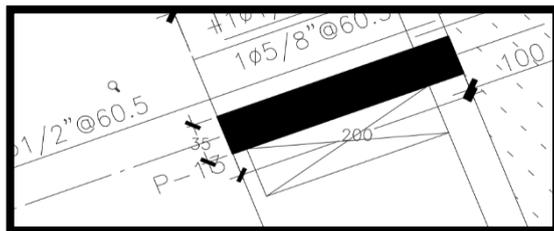
$$L_{x,y \text{ basal}} = 34.99m$$

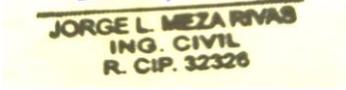
Story	Height m	Elevation m
AZOTEA NPT:+26.88	2.7	40
PISO 9 NPT:+24.18	2.7	37.3
PISO 8 NPT:+21.48	2.7	34.6
PISO 7 NPT:+18.78	2.7	31.9
PISO 6 NPT:+16.08	2.7	29.2
PISO 5 NPT:+13.38	2.7	26.5
PISO 4 NPT:+10.58	2.7	23.8
PISO 3 NPT:+7.98	2.7	21.1
PISO 2 NPT:+5.28	2.7	18.4
PISO 1 NPT:+2.58	2.7	15.7
SOTANO 1 NPT:-0.12	3.6	13
SOTANO 2 NPT:-3.82	2.95	9.4
SOTANO 3 NPT:-6.85	2.85	6.45
CISTERNA NPT:-9.52	3.6	3.6

Note: Right Click on Grid for Options

Figura. ETABS 20.3.0

Figura. Placa de 0.35*2.00m



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ----- ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  

Análisis estructural

Análisis sísmico estático

Factor zona

El trabajo realizado se encuentra en la ciudad de Lima, en zona (Z4) Miraflores, con factor 0.45.

Tabla. Factor zona

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 (2018)

Condiciones geotécnicas

Tabla: Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 2			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	>1500m/s		
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa
S3	<180 m/s	<15	25kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

Parámetro de sitio

Tomando como información el factor zona y tipo de suelo es que podemos hallar los siguientes parámetros a continuación.

Tabla: Factor suelo

Tabla N° 3				
FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

El factor suelo es 1.00 de acuerdo con E030.

Tabla: Periodos TP Y TL

Tabla N° 4 PERÍODOS " TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

Debido a que es un suelo tipo S1 es que los valores de Tp son 0.4 y TL

Período fundamental de vibración

De acuerdo a nuestro RNE-E030, para poder obtener el período fundamental de vibración de la edificación, se tiene que realizar el siguiente cálculo:

$$T=hn/CT$$

Donde:

T: Período fundamental de vibración

hn: Altura total de la edificación

CT: Coeficiente de sistema de construcción

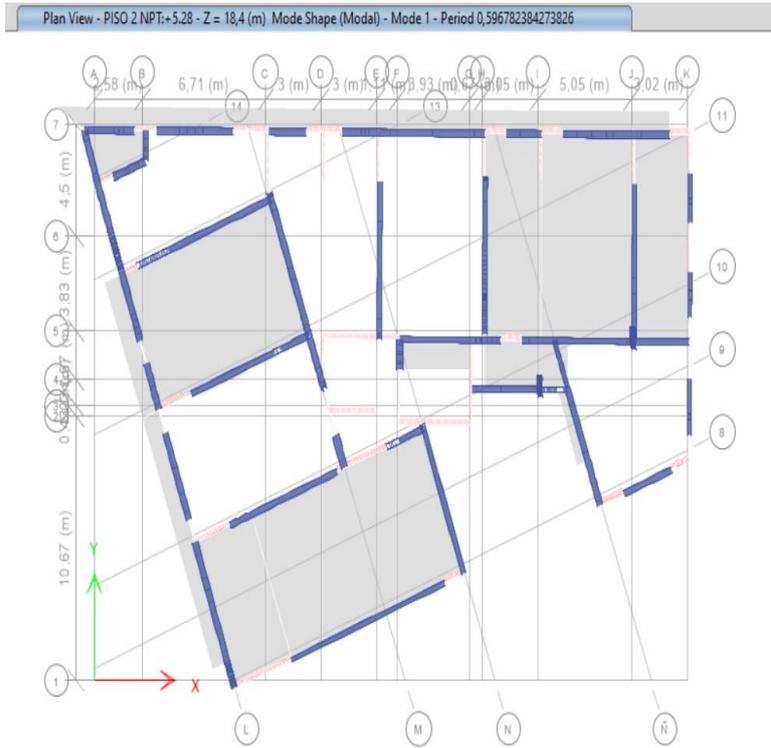


Figura. Período en Y de 0.59 sec.

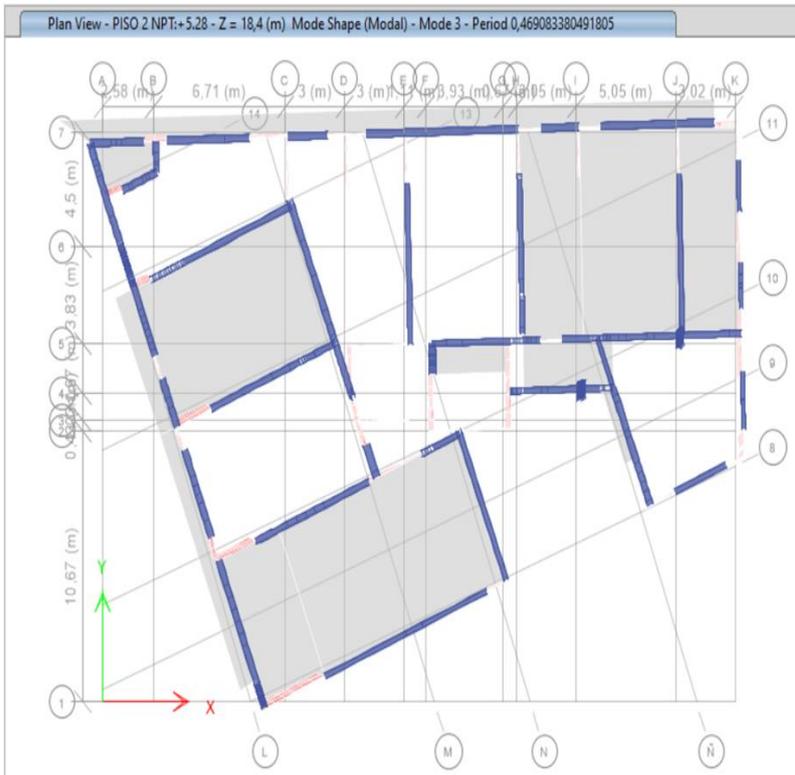


Figura. Período en X de 0.46 sec.

Tabla 6: Masa participativa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		sec						
Modal	1	0.597	0.0947	0.6146	0.0947	0.6146	0.0626	0.0626
Modal	2	0.574	0.2763	0.1121	0.371	0.7267	0.3555	0.4181
Modal	3	0.469	0.3864	0.0096	0.7575	0.7363	0.3525	0.7706
Modal	4	0.161	0.0006	0.0001	0.7581	0.7364	0.0001	0.7707
Modal	5	0.157	0.0405	0.0088	0.7986	0.7451	0.0927	0.8633
Modal	6	0.14	0.0003	0.1455	0.7989	0.8907	0.0061	0.8694
Modal	7	0.111	0.1142	0.0084	0.9131	0.8991	0.0378	0.9072
Modal	8	0.076	0.0095	0.0046	0.9227	0.9037	0.0347	0.9419
Modal	9	0.063	2.08E-06	0.0347	0.9227	0.9384	0.0031	0.9449
Modal	10	0.053	0.0172	0.0055	0.9398	0.9439	0.0002	0.9452
Modal	11	0.05	0.0193	0.0098	0.9591	0.9537	0.017	0.9621
Modal	12	0.041	0.0039	0.001	0.9629	0.9546	0.0083	0.9705
Modal	13	0.035	0.0028	0.0157	0.9657	0.9703	0.0003	0.9708
Modal	14	0.031	0.011	0.0032	0.9767	0.9735	0.0059	0.9767
Modal	15	0.028	0.0023	0.0002	0.979	0.9737	0.0038	0.9804
Modal	16	0.025	0.0011	0.007	0.9801	0.9807	0.0003	0.9807
Modal	17	0.024	0.0002	0.0005	0.9803	0.9812	2.32E-05	0.9807
Modal	18	0.023	0.0043	0.0009	0.9845	0.9821	0.0033	0.9841
Modal	19	0.021	0.0019	0.0006	0.9864	0.9826	0.0019	0.986
Modal	20	0.021	0.0002	0.0007	0.9866	0.9833	1.08E-05	0.986

Fuente: Etabs 20.3.0

Factor de amplificación sísmica (C)

Para poder determinar este valor, nuestro RNE-E030 nos da los siguientes parámetros los cuales son:

$$T_p=0.4 \qquad T_l=2.5$$

$$T_x=0.46, T_p < T_x < T_l; C_x = 2.5 * (T_p / T_x) = 2.5 * (0.4 / 0.46) = 2.132$$

$$T_y=0.59, T_p < T_x < T_l; C_y = 2.5 * (T_p / T_y) = 2.5 * (0.4 / 0.59) = 1.675$$

Factor de uso (U)

Según lo que contempla nuestra norma E030, y lo que se muestra en la siguiente tabla, nuestro proyecto es una edificación común, por lo tanto, el factor de uso será $U = 1.00$.

Tabla: Factor de uso "U"

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

Coeficiente de reducción

El sistema estructural con el cual se realizó el proyecto es de muros estructurales (RO) de 6 tanto para el eje "X" y "Y".

Tabla: Sistemas estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
ACERO:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Concéntricamente Arriostrados Especiales (SCBF)	7
Pórticos Concéntricamente Arriostrados Ordinarios (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

Factores de irregularidad

En la RNE_E030, nos indica la tabla para poder determinar los factores de irregularidad tanto en altura (Ia) y en planta (Ip), es por ello que se determinó los siguientes valores:

Irregularidad de Altura (Ia).

Tabla: Discontinuidad en los sistemas resistentes

<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</p> <p>Se califica en la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0.8
--	-----

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018)

Tabla: Fuerza cortante basal sismo estático dirección X: 1031.98 ton.

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY
					tonf	tonf	tonf
PISO 1 NPT: +2.58	SXX	LinStatic		Bottom	0	-1031.98	-0.0041
PISO 1 NPT: +2.58	SYX	LinStatic		Bottom	5.91E-07	-0.0002	-1031.97
PISO 1 NPT: +2.58	SDXX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	928.7765	207.4971
PISO 1 NPT: +2.58	SDYY	LinRespSpec	Max	Bottom	5.56E-07	192.4612	928.7671

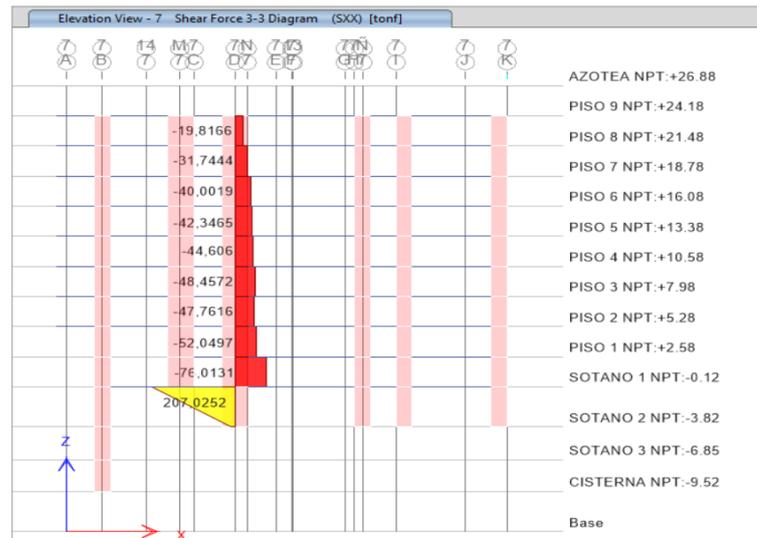


Figura: Fuerza cortante placa bandera (PL4):207.02 Ton

Porcentaje que toma la placa respecto al cortante total sería un total de $207.02/1031.9=20\%$

Irregularidad en Planta (I_p)

Tabla: Irregularidades estructurales en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga.</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diagramas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N°11</p>	0.75

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E030 (2018).

Coeficiente de reducción de fuerza sísmica

De acuerdo a nuestro RNE-E030, para poder determinar este valor es que se tiene que calcular con los valores obtenidos.

Para la dirección X y Y se tendrá:

$$R = R_o * I_a * I_p \quad R=6*0.8*0.75=3.6$$

De los cálculos obtenidos, podemos observar que los coeficientes de reducción sísmica son iguales para ambas direcciones, esto se debe a que las irregularidades presentadas tanto en planta y altura son iguales.

Peso de la edificación

Tabla: peso por nivel

TABLE: Story Forces						
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P acumulado	P por nivel
					tonf	tonf
AZOTEA NPT: +26.88	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	147.1462	147.1462
PISO 9 NPT: +24.18	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	549.9072	402.761
PISO 8 NPT: +21.48	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	947.2503	397.3431
PISO 7 NPT: +18.78	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	1341.6278	394.3775
PISO 6 NPT: +16.08	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	1747.7536	406.1258
PISO 5 NPT: +13.38	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	2150.657	402.9034
PISO 4 NPT: +10.58	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	2562.7123	412.0553
PISO 3 NPT: +7.98	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	2966.7641	404.0518
PISO 2 NPT: +5.28	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	3374.0303	407.2662
PISO 1 NPT: +2.58	PESO 100CM+25CV	Combination		Bottom	3703.9297	329.8994

Fuerza cortante en la base

Para el cálculo de la fuerza cortante (V), nuestra norma E030 nos indica la siguiente formula:

$$V = (Z * U * C * S) / R * P$$

Se procederá a reemplazar los datos obtenidos en la formula, de las tablas y cálculos:

$$V_x = (Z * U * C * S) / R * P = (0.45 * 1 * 2.132 * 1) / 3.6 * 30704 = 987.2 \text{ ton}$$

$$V_y = (Z * U * C * S) / R * P = (0.45 * 1 * 1.675 * 1) / 3.6 * 30704 = 891.9 \text{ ton}$$

Distribución de las fuerzas de inercia

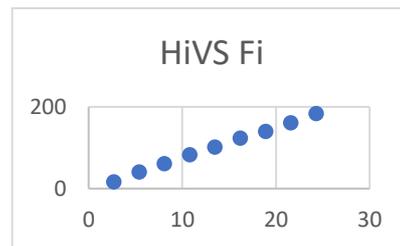
Según la norma E030, las determinaciones de los valores de las fuerzas sísmicas en altura se harán con la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = P_i * (h_i)^k / (\sum P_j * (h_j))$$

Tabla. Distribución en altura del cortante sísmico estático en dirección x

TX=	0.469
VEX=	987.1881
K=	1

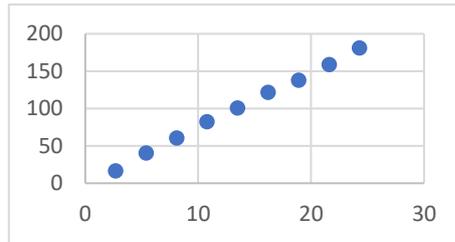


Story	peso	Hi	Pi*hi^k	alfa i	Fi=alfai*Ve
	ton	m			
AZOTEA NPT:+26.88	147.1462	27	3972.9474	0.075491	74.52422856
PISO 9 NPT:+24.18	402.761	24.3	9787.0923	0.185968	183.5854921
PISO 8 NPT:+21.48	397.3431	21.6	8582.61096	0.163081	160.9919278
PISO 7 NPT:+18.78	394.3775	18.9	7453.73475	0.141631	139.8165584
PISO 6 NPT:+16.08	406.1258	16.2	6579.23796	0.125014	123.4128178
PISO 5 NPT:+13.38	402.9034	13.5	5439.1959	0.103352	102.0280003
PISO 4 NPT:+10.58	412.0553	10.8	4450.19724	0.08456	83.47644276
PISO 3 NPT:+7.98	404.0518	8.1	3272.81958	0.062188	61.39128708

PISO 2 NPT:+5.28	407.2662	5.4	2199.23748	0.041789	41.25312019
PISO 1 NPT:+2.58	329.8994	2.7	890.72838	0.016925	16.70821148
			52627.80195		

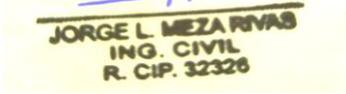
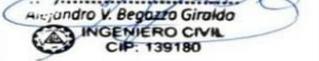
Tabla Distribución en altura del cortante sísmico estático en dirección Y

TY=	0.6
VEY=	776
K=	1.05



Story	peso	Hi	Pi*hi^k	alfa i	Fi=alfai*Ve
	ton	m			
AZOTEA NPT:+26.88	147	27	4661.59	0.09	86.3123
PISO 9 NPT:+24.18	403	24.3	9787.09	0.18	181.2143
PISO 8 NPT:+21.48	397	21.6	8582.61	0.16	158.9125
PISO 7 NPT:+18.78	394	18.9	7453.73	0.14	138.0107
PISO 6 NPT:+16.08	406	16.2	6579.24	0.12	121.8188
PISO 5 NPT:+13.38	403	13.5	5439.2	0.1	100.7102
PISO 4 NPT:+10.58	412	10.8	4450.2	0.08	82.39825
PISO 3 NPT:+7.98	404	8.1	3272.82	0.06	60.59835
PISO 2 NPT:+5.28	407	5.4	2199.24	0.04	40.72029
PISO 1 NPT:+2.58	330	2.7	890.728	0.02	16.49241
			53316.4		

Fuente: ETABS 20.3.0

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:  ----- ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760	Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:  	Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:  

Análisis sísmico dinámico

Aceleración espectral

Dentro de nuestra norma E030 nos da la siguiente fórmula para poder determinar el espectro inelástico de pseudoaceleración:

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Tabla: Aceleración espectral

Z	0,45		
T _P (S)	0,4	TL	2,5
Factor de suelo "S"=	1		
Factor de Uso "U"=	1		
R _x	3,6		
R _y	3,6		

FACTOR=ZUSg/R

1,22625

De esta forma, aplicando la fórmula anterior, se empezará a tabular con los datos obtenidos líneas arriba y así poder crear nuestro espectro de diseño, para nuestra estructura como se muestra a continuación:

Tabla: Aceleración espectral

	T	C	Sa
TP=	0	2.5	3.065625
	0.1	2.5	3.065625
	0.2	2.5	3.065625
	0.3	2.5	3.065625
	0.4	2.5	3.065625
	0.5	2	2.4525
	0.6	1.666667	2.04375
	0.7	1.428571	1.751786
	0.8	1.25	1.532813
	0.9	1.111111	1.3625
	1	1	1.22625
	1.1	0.909091	1.114773
	1.2	0.833333	1.021875
	1.3	0.769231	0.943269
	1.4	0.714286	0.875893
	1.5	0.666667	0.8175
	TL=	1.6	0.625
1.7		0.588235	0.721324
1.8		0.555556	0.68125
1.9		0.526316	0.645395
2		0.5	0.613125
2.1		0.47619	0.583929
2.2		0.454545	0.557386
2.3		0.434783	0.533152
2.4		0.416667	0.510938
2.5		0.4	0.4905
2.6		0.369822	0.453495
2.7		0.342936	0.420525
2.8		0.318878	0.391024
2.9		0.297265	0.364521
3		0.277778	0.340625
3.1		0.260146	0.319004
3.2		0.244141	0.299377
3.3		0.229568	0.281508
3.4		0.216263	0.265192
3.5		0.204082	0.250255
3.6		0.192901	0.236545
3.7		0.182615	0.223932

3.8	0.17313	0.212301
3.9	0.164366	0.201553
4	0.15625	0.191602
4.1	0.148721	0.182369
4.2	0.141723	0.173788
4.3	0.135208	0.165799
4.4	0.129132	0.158348
4.5	0.123457	0.151389
4.6	0.118147	0.144878
4.7	0.113173	0.138779
4.8	0.108507	0.133057
4.9	0.104123	0.127681
5	0.1	0.122625

Máximos desplazamientos en pisos

En nuestro RNE- en la E030, nos indica el límite establecido para los desplazamientos laterales de la estructura, para nuestro caso como es un sistema de Concreto Armado, el límite máximo para la deriva es de 0.007.

Tabla: Limites para la distorsión del entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de Concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E030 (2018)

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta tabla.

El límite máximo para la deriva es de 0.007 para la dirección “X-X” 0.005702 para la dirección “Y-Y”, 0.0062 lo que de esta manera se cumple lo dispuesto en nuestra norma. Esto se puede apreciar en las siguientes imágenes:

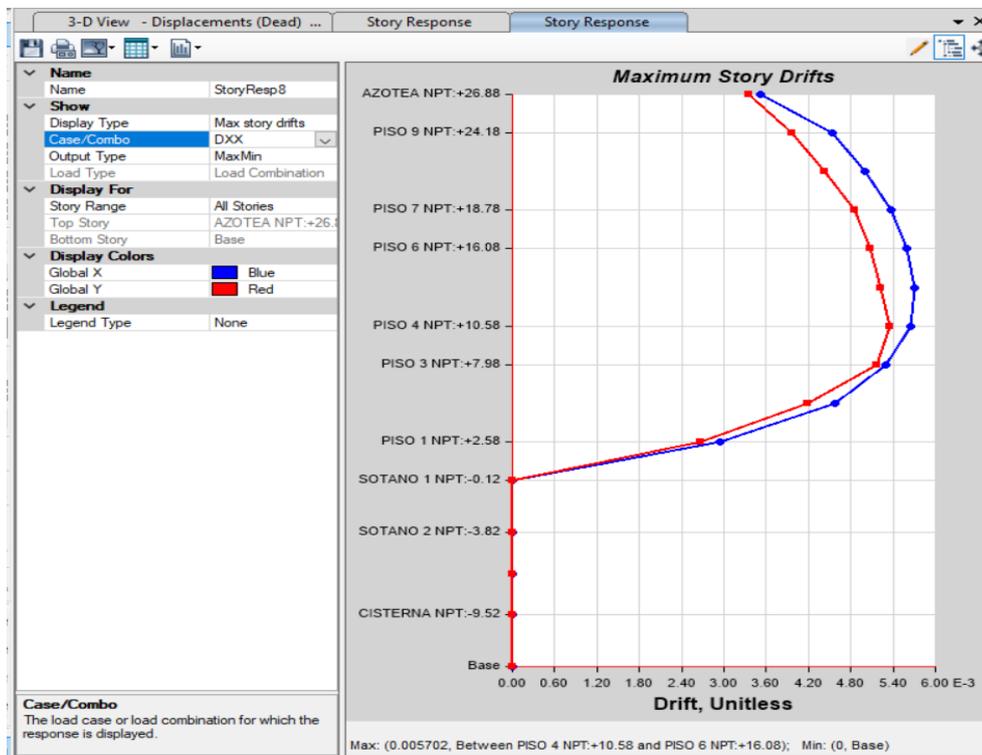


Figura. Deriva dirección XX $0.005702 < 0.007$

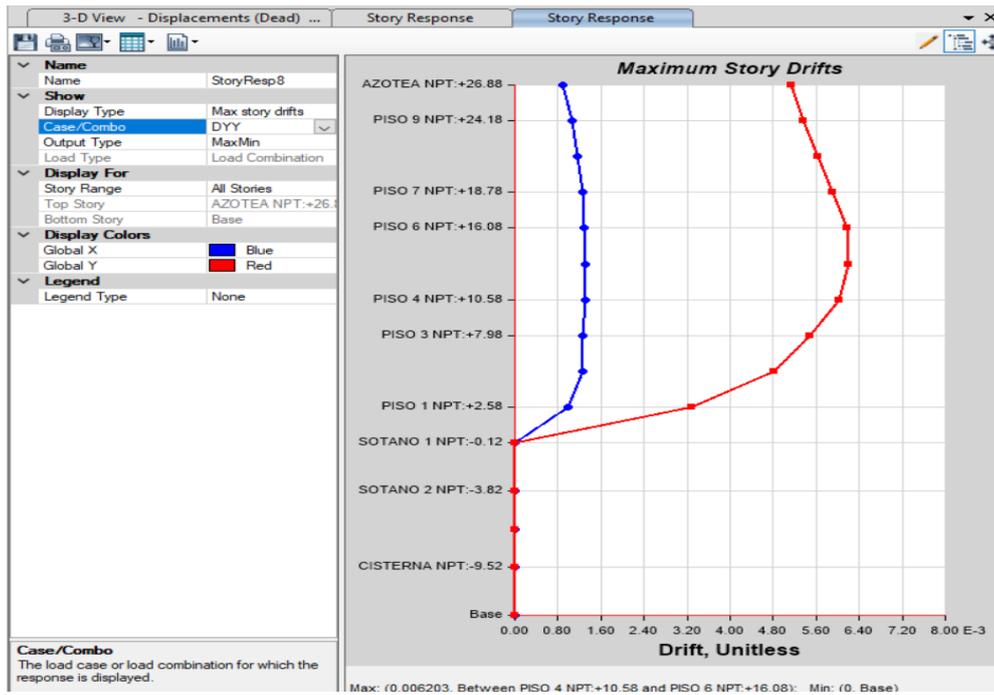


Figura. Deriva dirección YY $0.0062 < 0.007$

Fuerza cortante dinámica

Se presenta el cuadro de fuerza cortante dinámica donde X y Y necesita escalar.

Tabla: fuerza cortante

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY
					tonf	tonf	tonf
PISO 1 NPT:+2.58	SXX	LinStatic		Bottom	0	-1032	-0.004
PISO 1 NPT:+2.58	SYX	LinStatic		Bottom	6.01E-07	-4E-04	-1032
PISO 1 NPT:+2.58	SDXX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	537.15	120
PISO 1 NPT:+2.58	SDYY	LinRespSpec	Max	Bottom	0	120.01	579.12

En este cuadro se presenta la información sismo dinámico escalado

TABLE: Story Forces							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY
					tonf	tonf	tonf
PISO 1 NPT:+2.58	SXX	LinStatic		Bottom	0	-1032	-0.004
PISO 1 NPT:+2.58	SYX	LinStatic		Bottom	5.91E-07	-2E-04	-1032
PISO 1 NPT:+2.58	SDXX	LinRespSpec	Max	Bottom	0	928.78	207.5
PISO 1 NPT:+2.58	SDYY	LinRespSpec	Max	Bottom	5.56E-07	192.46	928.77

-1.00

-1.00

Tabla 19: Cortante dinámica escalada para ambas direcciones

ESPECTRO DE DISEÑO

Para este análisis se tomó el espectro de respuesta para un sismo severo con un tiempo de retorno, se indica los datos ingresados para la creación de nuestro espectro. En las siguientes figuras, se muestran el espectro utilizado en el análisis sísmico para ambos ejes.

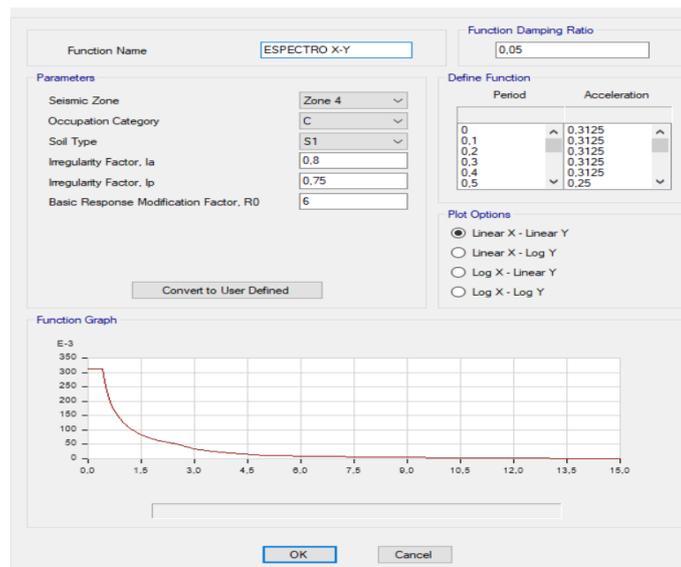


Figura. Espectro para XY en ETABS 20.3.0.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
EVALUADOR 1	EVALUADOR 2	EVALUADOR 3
<p>Apellidos: Henríquez Ulloa Nombres: Juan Paul Edward Título: ingeniero civil Firma:</p>  <p>ING. HENRÍQUEZ ULLOA, JUAN PAUL EDWARD DNI: 40284306 ORCID: 0000-0001-7975-1760</p>	<p>Apellidos: Meza Rivas Nombres: Jorge Luis Título: Ingeniero Civil Firma:</p>  <p>JORGE L. MEZA RIVAS ING. CIVIL R. CIP. 32326</p>	<p>Apellidos: Begazzo Giraldo Nombres: Alejandro Valentín Título: ingeniero civil Firma:</p>  <p>Alejandro V. Begazzo Giraldo INGENIERO CIVIL CIP: 139180</p>

Fuente: Elaboración propia