

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

"RESPUESTA ESTRUCTURAL MEDIANTE
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA UNA
EDIFICACIÓN DE 7 NIVELES DE USO COMÚN A USO
ESENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE PUEBLO
LIBRE - 2021 "

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil



Autor:

Renzo Antonio Salleres Untiveros

Asesor:

Mg. Gonzalo Hugo Díaz García

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a mi familia a todas
personas que estuvieron a lo largo de mi
formación profesional.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por estar a mi lado en cada paso que doy, a mis padres y a mis hermanos por todo el apoyo y fuerza que me brindaron, a Andrea por ayudarme a afrontar este reto, al ingeniero Carlos barreda por todos los conocimientos brindados en mi vida profesional y a mi asesor Gonzalo Hugo Díaz García por darme las herramientas necesarias para desarrollar mi investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	11
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.2.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	16
1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES	17
1.3 BASES TEORICAS.....	19
1.3.1 DISEÑO SISMORRESISTENTE	19
1.3.2 SISTEMAS DE CONTROL DE RESPUESTA DINÁMICA.....	21
1.3.4 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN:	27
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	29
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	29
1.6 OBJETIVOS.....	30
1.6.1 OBJETIVO GENERAL.....	30
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	31
2.3 ENFOQUE	32
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	32

2.4.1 POBLACIÓN:.....	32
2.4.2 MUESTRA:	32
2.5 PROCEDIMIENTO	33
2.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA	36
2.6.1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS	38
3.1. ANÁLISIS DINAMICO	39
3.1.1. ESTRUCTURA “A”	40
3.1.2. ESTRUCTURA “B”	58
3.1.3. RESULTADOS ANALISIS DINAMICO MODIFICANDO EL FACTOR DE USO DE COMUN A IMPORTANTE.....	76
3.2. ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA.....	77
3.2.1. ACELEROGRAMAS PARA ESPECTRO DE DISEÑO	77
3.2.2. CORRECCIONES.....	78
3.2.3. ESCALAMIENTO DE ACELEROGRAMAS	80
3.2.4. INGRESO DE ACELERACIONES SÍSMICAS	83
3.2.5. ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO MODAL – TIEMPO HISTORIA	84
3.3. PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE AMORTIGUADORES NO LINEALES DE FLUIDO.....	84
3.3.1. ELECCIÓN DE LA DERIVA OBJETIVO.....	84
3.3.3. ELECCIÓN DEL BRAZO METÁLICO (K).....	86
3.3.4. ELECCIÓN DEL AMORTIGUAMIENTO EN FUNCIÓN DE A	87
3.3.5. COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO EN FUNCIÓN DE A.....	87
3.3.6. MODELAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE AMORTIGUAMIENTO	92
CAPÍTULO IV RESULTADOS	94
CAPÍTULO V. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	96
5.1. DISCUSIÓN	96
5.2. CONCLUSIONES	98
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Resumen de construcción, comportamiento histerético, modelos físicos, ventajas, y desventajas de los dispositivos de disipación pasiva de energía para aplicación de protección sísmica (Adaptado de: <i>Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: C</i>	24
Tabla 2 - Tabla de carga mínima repartida obtenida de la norma E-020.....	28
Tabla 3 - Recolección de datos	33
Tabla 4 - Cuadro de operalización de Variable.	37
Tabla 5 - Obtención de la cortante de las placas para el eje X	43
Tabla 6 - Obtención de la cortante de las placas para el eje Y	44
Tabla 7 - Promedio de derivas en el sentido X.....	45
Tabla 8 - Promedio de derivas en el sentido Y	45
Tabla 9 - Verificación 1 para piso blando	46
Tabla 10 - Verificación 2 para piso blando	46
Tabla 11 - Verificación piso débil	47
Tabla 12 - Verificación irregularidad torsional	48
Tabla 13 - Límite para la distorsión del entrepiso	54
Tabla 14 - Máximas derivas para un factor de uso común	55
Tabla 16 - Desplazamiento relativo del centro de masa	56
Tabla 15 - Desplazamiento absoluto del centro de masa	56
Tabla 17 - Cálculo de peso.....	57
Tabla 18 - Verificación de cortante basal	57
Tabla 19 - Obtención de la cortante de las placas para el eje Y.....	62
Tabla 20 - Obtención de la cortante de las placas para el eje Y.....	62
Tabla 21 - Promedio de derivas en el sentido X	63
Tabla 22 - Promedio de derivas en el sentido Y	64
Tabla 23 - Verificación 1 para piso blando	64
Tabla 24 - Verificación 2 para piso blando	64
Tabla 25 - Verificación piso débil	65
Tabla 26 - Verificación irregularidad torsional	66
Tabla 27 - Límite para la distorsión del entrepiso	72
Tabla 28 - Máximas derivas para un factor de uso esencial	73
Tabla 30 - Desplazamiento relativo del centro de masa	74
Tabla 29 - Desplazamiento absoluto del centro de masa	74
Tabla 31 - Cálculo de peso.....	74
Tabla 32 - Verificación de cortante basal	75
Tabla 33 - Comparación de derivas de común y esencial.	76
Tabla 34 - Registros sísmicos utilizados en el análisis tiempo- historia.	77
Tabla 35 - Características de los utilizados.....	77
Tabla 36 - Elección del sismo para el diseño de disipadores	84
Tabla 37 - Coeficiente de amortiguamiento para disipadores en el sentido X.....	85
Tabla 38 - Coeficiente de amortiguamiento para disipadores en el sentido Y.....	86
Tabla 39 - Características del brazo metálico utilizado	86
Tabla 40 - Coeficiente de amortiguamiento C_x	88
Tabla 41 - Coeficiente de amortiguamiento C_y	89
Tabla 42 - Derivas obtenidas con y sin disipadores de energía.....	93
Tabla 43 - Tabla comparativa de las derivas de la estructura con y sin disipadores de energía	94
Tabla 44 - Porcentaje de reducción de derivas Eje X	94
Tabla 45 - Tabla comparativa de las derivas de la estructura con y sin disipadores de energía	95
Tabla 46 - Porcentaje de reducción de derivas Eje Y.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonificación basada en la distribución espacial de sismicidad observada, (INDECI)	14
Figura 2. Mapa de Clasificación de Provincias Según su Nivel de Riesgos Sísmicos (CMRRD – DGPM)	15
Figura 3. Clasificación de los sistemas modernos de protección sísmica. (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)	22
Figura 4. Clasificación de los disipadores de energía (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)	23
Figura 5. Componentes de los disipadores viscosos (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz).	25
Figura 6. Corte de un disipador viscoso (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz).	26
Figura 7. (Detalle de la Cabeza del Pistón Fuente: Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)....	26
Figura 8. Funcionamiento de los Disipadores (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)	27
Figura 9. Diagrama de flujo	35
Figura 10. Modelo de la estructura en software ETABS 2016	38
Figura 11. Cortante dinámica para un espectro con un factor de uso común (U=1.00)	43
Figura 12. Espectro para el parámetro de uso común (U=1.00)	49
Figura 13. Carga muerta aplicada a las losas. (Ton/m2).....	50
Figura 14. Carga viva aplicada a las losas. (Ton/m2)	50
Figura 15. Vista de la edificación.....	51
Figura 16. Masa participativa	52
Figura 17. Periodo 1	53
Figura 18. Periodo 2.....	53
Figura 19. Periodo 3.....	54
Figura 20. cortante basal dinámico: V x-x 352.80ton; V y-y = 360.26 ton.	57
Figura 21. Cortante dinámica para un espectro con un factor de uso esencial (U=1.50).....	61
Figura 22. Espectro para el parámetro de uso esencial (U=1.50).....	67
Figura 23. Carga muerta aplicada a las losas. (Ton/m2).....	68
Figura 24. Carga viva aplicada a las losas. (Ton/m2)	69
Figura 25. Vista de la edificación.....	69
Figura 26. Masa participativa para un factor de uso esencial (U=1.50).....	70
Figura 27. Periodo 1	71
Figura 28. Periodo 2.....	71
Figura 29. Periodo 3.....	72
Figura 30. Cortante basal dinámico: V x-x 543.91 ton; V y-y = 554.43 ton.....	75
Figura 31. Se muestra cuadros para realizar la corrección por línea base de los registros sísmicos	78
Figura 32. Registros acelero métricos sin corregir.....	79
Figura 33. Corrección por línea base de los registros sísmicos.	79
Figura 34. Escalamiento de registros sísmicos ya corregidos previamente, al espectro de diseño Norma E-030.	80
Figura 35. Espectro de diseño (color rojo) y registro sísmico sin escalar (color azul)	81
Figura 36. Espectro de diseño (color rojo) y registro sísmico escalado (color azul)	81
Figura 37. Comparación entre Registro Sísmico sin escalar y Registro escalado al Espectro de diseño	82
Figura 38. Ingreso de las aceleraciones corregidas y escalas.	83
Figura 39. Ubicación y disposición de los dispositivos de amortiguamiento	87
Figura 40. Definición de propiedades de los disipadores	90
Figura 41. Ingresos de coeficientes	91
Figura 42. Vista en 3D del modelo con disipadores.....	92
Figura 43. Vista del modelo en planta con disipadores.	93

RESUMEN

Se empleó una investigación de tipo Descriptivo - Explicativo, cuantitativa y diseño no experimental, para determinar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en la respuesta estructural de una edificación a la cual se le realizará un cambio de uso común a esencial para ser utilizada como centro de salud sin internamiento (Categoría III). Para la muestra se tomó como referencia una edificación de siete niveles y cuatro sótanos con un área construida de 5898 m² ubicada en el distrito de Jesús María, departamento de Lima.

El estudio se realizó desde la etapa de pre dimensionamiento de los elementos estructurales hasta la fase del análisis y diseño sísmico sin disipadores, luego se incorporó un sistema de amortiguamiento sísmico y se verificó que tanto influye en la respuesta estructural de la edificación, como instrumento de recolección de datos, se empleó una ficha técnica elaborada por el Tesista y validada por juicio de expertos, los resultados indican que un sistema de disipadores de fluido viscoso disminuye las derivas, las fuerzas cortantes, las aceleraciones de entrepiso, y reduce la energía de entrada en un 45% .

Palabras claves: disipadores de fluido viscoso, cambio de categoría, análisis dinámico, análisis tiempo historia, amortiguamiento efectivo.

ABSTRACT

A Descriptive - Explanatory, quantitative and non-experimental design investigation was used to determine the influence of viscous fluid dissipators on the structural response of a building to which a change from common to essential use will be made to be used as health center without internment (Category III). For the sample, a building with seven levels and four basements with a constructed area of 5,898 m² located in the district of Jesús María, department of Lima, was taken as a reference.

The study was carried out from the pre-dimensioning stage of the structural elements to the seismic analysis and design phase without dissipators, then a seismic damping system was incorporated and it was verified that it both influences the structural response of the building, as an instrument of Data collection, a technical sheet prepared by the thesis student and validated by expert judgment was used, the results indicate that a system of viscous fluid dissipators reduces drifts, shear forces, mezzanine accelerations, and reduces the input energy by 45%.

Keywords: viscous fluid dampers, category change, dynamic analysis, time history analysis, effective damping.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento vertiginoso no planificado de la población en el país y a la repentina aparición de la pandemia por COVID 19, el Estado se ve en la obligación de satisfacer las necesidades de los habitantes, siendo una de las más importantes las del sector salud, desarrollando estructuras para la atención y creando nuevos centros de salud o adecuando en las edificaciones existentes espacios con consultorios, laboratorios, oficinas y servicios generales, en pro de cubrir los requerimientos y reduciendo el impacto causado por la pandemia.

Es por ello que se plantea la propuesta de implementar edificios multifamiliares de uso común, adecuándolos para que cumplan con todos los requerimientos sísmicos y estructurales. Logrando de esta forma que las edificaciones puedan satisfacer todas las exigencias que demandan las estructuras destinadas al sector salud de uso esencial.

De esta manera se busca mejorar la calidad y atención, evitando colapsos en el sistema hospitalario logrando garantizar un funcionamiento continuo ante cualquier evento sísmico.

Por lo antes mencionado la presente investigación se enfoca en el cambio de uso de una edificación de uso común a esencial y a los nuevos requerimientos sísmicos indicados en la norma E-030.

1.1 Realidad problemática

En los últimos años el desarrollo de la ingeniería estructural ha evolucionado y con ello las medidas para que las edificaciones sean diseñadas de acuerdo a las exigencias normativas impuestas. Estos requerimientos se han concretado a través de códigos y normas de diseño estructural. Las edificaciones que han seguido esta normativa según lo especificado en los códigos de diseño modernos han desempeñado un buen comportamiento ante los últimos eventos telúricos ocurridos. No obstante, en ocasiones los costos de reparación o resane de las estructuras y elementos no estructurales, como es el caso de la tabiquería, son muy elevados; además, el procedimiento a realizarse para la reparación implica que la estructura se encontrará inoperativa parcial o totalmente.

(Casana Marino, 2018) “Tras el terremoto que sucedió el 11 de Marzo del 2011 en Japón , dejó alrededor de 21000 muertos, pero pudo haber dejado más víctimas de no ser por la existencia de la estricta normativa antisísmica que desde hace décadas se aplica en Japón, desde 1981 se cambió la normativa en Japón” pág. 45.

En Latinoamérica la construcción antisísmica empezó en el país de Chile y es un modelo en el mundo ya que es uno de los países más sísmicos y en los últimos años ha registrado terremotos superiores a 8° grados en la escala de Richter pero también es uno de los más resistentes porque la normativa de construcción exige que el edificio quede en pie para salvar vidas.

En los últimos tiempos se ha ido incrementando poco a poco el uso de sistemas de disipación como control activo por su versatilidad y capacidad de mantener a las estructuras dentro de los estados límite de servicio y resistencia ante las acciones sísmicas, como se expresa en la investigación (Chacón Alvarez & Ramírez Caparó, 2013) “La inclusión de disipadores de fluido viscoso en la estructura busca lograr una deriva menor o igual objetivo cuando esta analizando con un sismo de diseño”. Refiriéndose así a la deriva máxima establecida por la norma E-030 que determina que es de 0.007 para una estructura, siendo el material predominante concreto armado.

En el Perú la región andina es controlada principalmente por el desplazamiento de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, generando sobre el plano de fricción de ambas placas, un numero ilimitado de sismos de diversas magnitudes a diferentes niveles de profundidad. Estos sismos constituyen la principal fuente sismogénica presentes en el país debido a la ocurrencia de sismos de magnitud elevada de manera muy frecuente, los mismos que han producido un alto grado de destrucción y mortalidad en el borde Oeste de Perú. La ocurrencia menos frecuente de sismos destructores se produce en el interior del continente siendo esta la segunda fuente sismogénica caracterizada por generar sismos de magnitud menor, pero al ser más superficiales, son tan dañinos como los debidos al proceso de fricción de placas. El Peru es una zona altamente sísmica, Cerca de 20 millones de peruanos viven en zonas de alta sismisidad encontrandose vulnerable y en constantes amenazas de sismos. Peru es una de las regiones andinas de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, lo que trae como consecuencia la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Es imperante realizar estudios que permitan conocer y evaluar estos fenomenos para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo (ver figura, 1 y 2).

Por lo mencionado anteriormente es primordial que durante un sismo se controle, se disipe o amortigüe los efectos que ocurren a consecuencia de dicho evento en la estructura a fin de evitar los daños en los elementos estructurales principales tales como, columnas, vigas, muros portantes etc. Ya que de lo contrario se tendrá que reparar, reforzar y hasta demoler dichas edificaciones, así como se suscitó en los últimos sismos en Latinoamérica tales como:

El sismo en Ecuador en abril del 2016 con una intensidad de 7.8 grados con mas de 13.000 viviendas afectadas.

El sismo en México el 17 de septiembre del 2017 con una escala de 7.1 grados, que dejo más de 8000 viviendas dañadas y más de 800 viviendas con daño estructural.

El sismo en Perú el de mayor capacidad que se suscitó en la ciudad de Pisco el 15 de agosto de 2007 con una magnitud de 8.0 grados la que dejo más de 76000 viviendas totalmente destruidas.

Estos sismos sacan a flote la vulnerabilidad que tienen las viviendas y edificaciones en los diferentes países.

Según la norma técnica de diseño sismo-resistente NTP E.030 (2019) Resolución N° 043-2019-vivienda, las edificaciones de uso esencial deben de mantenerse operativas luego de un sismo severo, puesto que son estas las que atenderán las emergencias que se produzcan luego de un evento sísmico, es por ello que se hace necesario el uso de elementos de protección sísmicas en este tipo de edificaciones que por su importancia y por el contenido que guardan deberían mantenerse operativas y funcionales luego de ocurrido un evento sísmico. Una de las maneras de asegurar esta continuidad funcional es mediante el uso de disipadores sísmicos que cumplen la función de reducir los desplazamientos laterales de la estructura.

En las edificaciones esenciales, es necesario incrementar los márgenes de seguridad impuestos para las edificaciones convencionales, independientemente de los alcances económicos implicados. Dichas instalaciones deberían diseñarse de manera tal que se garantizase su funcionamiento después de pequeños, moderados o grandes terremotos, de baja, ocasional y alta frecuencia, respectivamente. Esto implica que ante los diferentes niveles de movimiento esperados o terremotos de diseño, su respuesta debería permanecer prácticamente en el llamado rango elástico y por tanto, minimizados los daños sobre componentes estructurales y no estructurales, así como proteger los servicios críticos y los equipamientos especiales, para evitar la interrupción de la función de estas instalaciones y garantizar su funcionamiento en la atención de la crisis sísmica.

Es por ello que, mediante esta investigación se plantea el cambio de una edificación de uso comun a una edificación de uso esencial y dentro del marco se busca optimizar la calidad de la estructura de categoria C y asegurar un optimo comportamiento para su uso de categoria A esencial de centro de salud sin internamiento Categoria I-3 (según MINSA), es necesario contar con herramientas que cumplan con este objetivo, puesto que en un evento sismico se busca disipar la energia reduciendo los desplazamientos de la estructura. De acuerdo como dice (Nuñez, 2019) “La utilización de disipadores sísmicos consiste en mejorar el comportamiento de ciertas edificaciones con la finalidad de evitar cualquier daño a la estructura, las estructuras se diseñan para que no sufran daños en sismos leves, y aunque es posible que se deterioren durante un sismo fuerte, deben permanecer en pie salvaguardando la vida de los ocupantes”

En consecuencia para poder ver el funcionamiento de estos elementos propuestos se ha planteado el desarrollo del siguiente tema de investigación. “RESPUESTA ESTRUCTURAL Salleres Untiveros, Renzo Antonio

MEDIANTE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA UNA EDIFICACIÓN DE 7 NIVELES DE USO COMUN A USO ESENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE PUEBLO LIBRE ”.

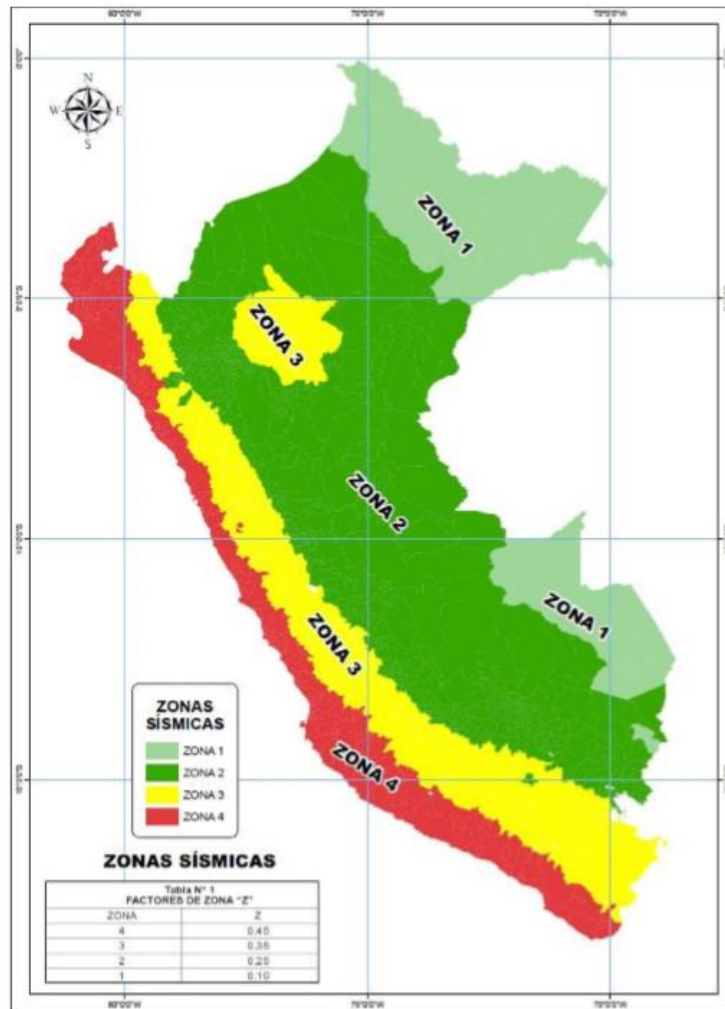


Figura 1. Zonificación basada en la distribución espacial de sismicidad observada, (INDECI)

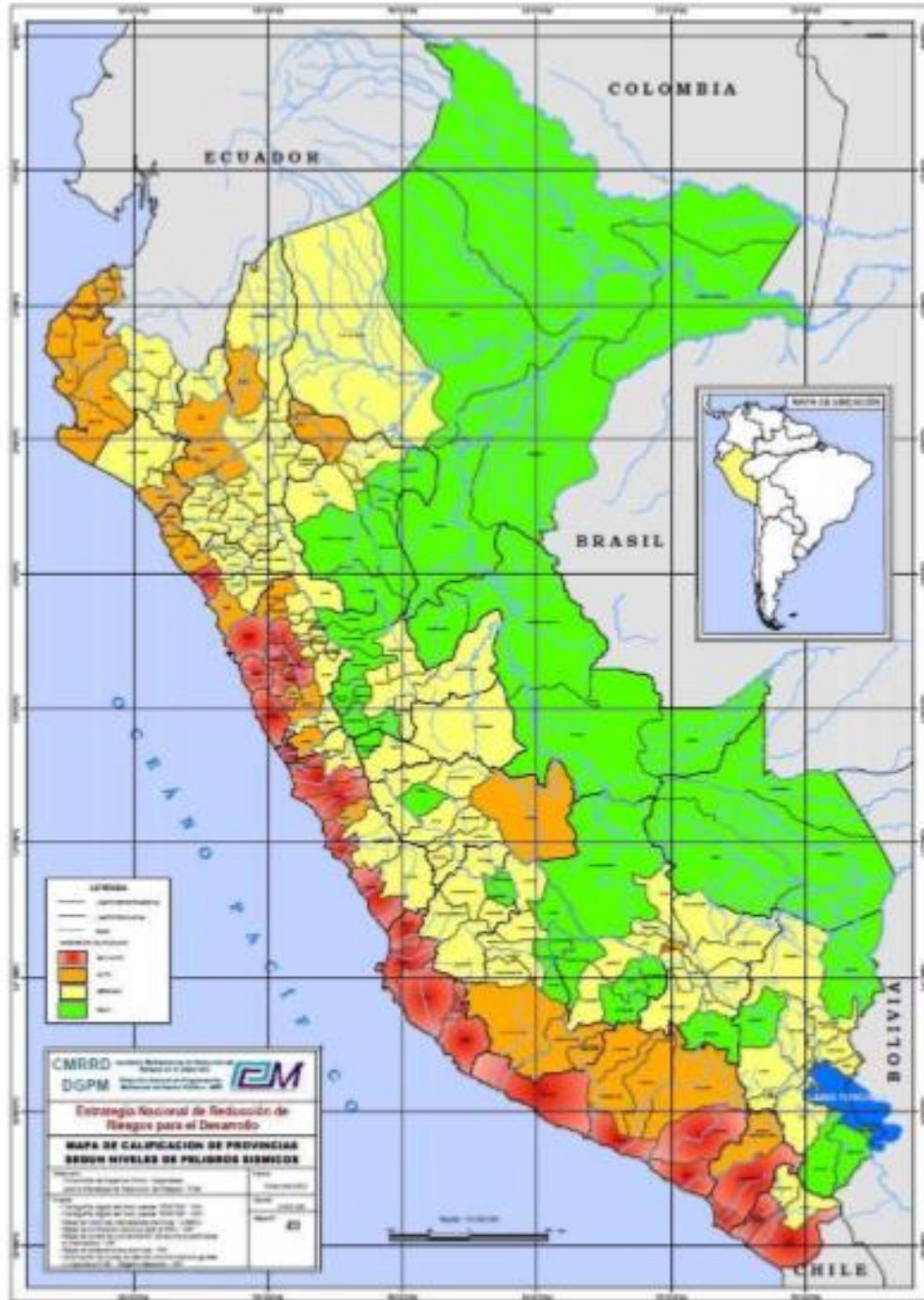


Figura 2. Mapa de Clasificación de Provincias Según su Nivel de Riesgos Sísmicos (CMRRD – DGPM)

1.2. Antecedentes de la investigación

1.2.1 Investigaciones internacionales

(Verdugo, 2007) En su tesis, **“Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal”**, tuvo como objetivo general Estudiar y analizar el control de la respuesta de estructuras sometidas a temblores mediante “Dispositivos de Disipación de Energía de Fluido Viscoso”. Llegando a la siguiente conclusión; La estructura estudiada corresponde a un edificio de hormigón armado de 5 pisos, la cual posee la particularidad de ser flexible en su sentido longitudinal, por lo que las deformaciones entre piso debido a una acción sísmica sobrepasan alrededor del 50% de lo permitido por la normativa vigente. Como opción para reforzar y controlar las distorsiones entre piso se considera el uso de Dispositivos Disipadores de Energía de Fluido Viscoso de tipo Lineal, ubicados en la estructura en la dirección que presenta el problema. Para el estudio se realiza un análisis Tiempo Historia Lineal de la estructura, la implementación de los Disipadores de Energía de Fluido Viscoso es un método eficaz para el control de la respuesta dinámica de estructuras, ya que las derivas de entre pisos se lograron reducir a valores permitidos por la norma sismorresistente; al lograr disminuir los desplazamientos de los Centros de Masa de cada piso, se previene la posibilidad que la edificación trabaje en el rango inelástico, reduciendo la incertidumbre del comportamiento no lineal, además de evitar la formación de rótulas plásticas y limitando posibles mecanismos de falla.

(Espejel Acosta, 2013) **“Estudio Analítico Del Comportamiento De Una Estructura Reforzada Con Disipadores Pasivos De Energía”**, para optar el título de maestro en ingeniería, en la Universidad Nacional Autónoma de México, la investigación llegó a la siguiente conclusión, El concepto de disipación de energía es una nueva estrategia de diseño que puede utilizarse en estructuras nuevas y en la rehabilitación sísmica de estructuras existentes. Por ello, investigadores e ingenieros de la práctica profesional han mostrado su interés en el uso de la disipación de energía como una solución técnicamente eficiente para la reducción de la respuesta sísmica de estructuras, realizando investigaciones experimentales y analíticas para evaluar el incremento de ductilidad global, así como de las características de disipación de energía del sistema estructural tradicional.

Salleres Untiveros, Renzo Antonio

En México, los estudios se han centrado principalmente en aquellos disipadores que trabajan por histéresis del material, entre los que destacan los identificados como ADAS (Added Damping and Stiffness) por sus siglas en inglés. En este trabajo se describe el estudio analítico realizado en la revisión de la seguridad estructural de un edificio de mediana altura ubicado en la zona lacustre del Valle de México construido a finales de la década de los 70's, el cual fue reforzado con dispositivos ADAS hace 20 años aproximadamente. Se estudió el comportamiento y la respuesta de la estructura incorporando herramientas de análisis actuales, así como nuevos conceptos del acervo de conocimientos que se han adquirido en el área, bajo los lineamientos especificados en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2004. Para evaluar el impacto de los disipadores y contravientos en la respuesta de la estructura de concreto, se realizó un análisis no lineal riguroso considerando propiedades no lineales geométricas y de material en todos los elementos que conforman la estructura, mediante el cual se determinó la ductilidad local y global que deben desarrollar los disipadores para que el comportamiento de la estructura esté dentro de los límites permisibles, y verificando que el trabajo no lineal y la resistencia de los elementos de concreto es adecuada. Dado que en la práctica profesional los análisis de este tipo son poco comunes, adicionalmente se realizaron tres análisis tridimensionales con el programa comercial SAP2000 considerando únicamente la no linealidad local en los disipadores, con fines de verificar sus resultados tomando en cuenta las limitantes de cada análisis. Los resultados obtenidos en el análisis no lineal riguroso sugieren que los disipadores deben desarrollar ductilidades locales entre 7 y 12, con fluencia en todos ellos previo a que se forme la primera articulación plástica en un elemento de concreto reforzado, garantizando con ello un mecanismo de falla de columna fuerte-viga débil, así como un comportamiento estable de la estructura en su conjunto, cumpliendo con los lineamientos normativos vigentes.

1.2.2 Antecedentes nacionales

(Casana Marino, 2018) En su tesis, **“Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes – 2018”**, tuvo como objetivo general, Determinar el desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos implementando Disipadores de Energía en la ciudad de Tumbes, en el cual estableció que Los disipadores sísmicos son sistemas presentes sobre una subestructura y superestructura de edificios como es el caso, permiten mejorar la respuesta sísmica de aquella, mediante la mejora de sus propiedades

mecánicas (fuerza, momentos, deformaciones, desplazamiento), aumentando los periodos, proporcionando amortiguamiento, la absorción de la energía adicional y reduciendo sus deformaciones según sea el caso. Actúan disipando grandes cantidades de energía en la resistencia de los edificios de grandes alturas asegurando que estas estructuras no sufran excesivos daños y continuación en su uso.

(Santos Flores, 2018) En el trabajo de investigación **“Diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho, 2018”** tuvo como Objetivo: Realizar el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipador de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles y un semisótano en el Distrito de Huacho para demostrar que mejoras trae el uso de disipadores. Método: Correspondiente a la Norma Técnica Peruana E. 0.30 la evaluación del programa Etabs V2.0 -2016, el cual nos ayudará ver el comportamiento de nuestra estructura. Resultados: Se evalúo que la deriva respecto “X”, como también en “Y” no sobrepasen el 0.007 establecido en la norma E.030, siendo mucho más lejano el uso de disipadores fluido viscoso a esta deriva. Conclusión: El uso de disipadores representa una gran alternativa frente al concepto de reducir las probabilidades de pérdidas humanas, del funcionamiento de la estructura y del ahorro económico a futuro.

(Carranza & Calderon, 2015) **“Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo”**, para optar el título de ingeniero civil, en la Universidad Privada Antenor Orrego, la investigación llegó a la siguiente conclusión. En los últimos años, durante los sismos severos las estructuras sufren grandes daños debido a las incursiones inelásticas que sufren, este tipo de sismos mayormente están localizados en la costa del Perú; por ello es que las estructuras requieren elementos estructurales adicionales con la finalidad de aminorar los daños.

La presente investigación muestra las características de los sistemas de protección sísmica, centrándose en los disipadores de fluido viscoso. La edificación reforzada se encuentra en la ciudad

de Trujillo. El análisis del edificio muestra una deriva de entrepiso mayor a la que nos permite el reglamento (7%).

Como objetivo a alcanzar se estableció la reducción del daño frente a un evento sísmico severo. La meta es lograr mantener la deriva por debajo de 5.8%, valor establecido por la metodología HAZUS (Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters). Con el sistema de disipadores de fluido viscoso se logró reducir la deriva de entre piso a menos de 5.8% (4.55%). Finalmente los resultados muestran que la edificación reforzada tiene un mejor comportamiento ante un sismo severo que una edificación sin reforzar.

1.3 BASES TEORICAS

1.3.1 Diseño Sismorresistente

Si lo que se desea es proporcionar un adecuado comportamiento estructural frente a un evento sísmico, el diseño de las edificaciones podría plantearse de dos maneras. La primera sería en base a un diseño convencional, el cual consiste en desarrollar estructuras lo suficientemente rígidas y a la vez dúctiles, es decir, que tengan la capacidad de incursionar en el rango inelástico. Esto se puede alcanzar utilizando sistemas estructurales aporricados, muros estructurales, duales, etc. Así como elementos de reforzamiento como arriostres metálicos, entre otros, de tal manera que la edificación diseñada tenga la resistencia suficiente para soportar las distintas requerimientos sísmicos producidas por una excitación telúrica.

Es importante resaltar que dentro de este primer enfoque, es necesario tomar en consideración algunos criterios importantes, tales como el tipo de suelo de fundación, el cual influye en el comportamiento dinámico de la estructura; así como el tipo de material predominante del proyecto. A su vez se debe de tomar en cuenta el correcto dimensionamiento de la edificación, tratando de evitar las irregularidades tanto en planta, como en altura.

Para el primer enfoque se espera que las estructuras, al ser sometidas a sismos severos, como los moderados y raros, la edificación incursione en el rango inelástico. Al tener un comportamiento inelástico se produzcan daños estructurales siendo en la mayoría de los casos irreparables. Es importante señalar, que para estructuras esenciales como hospitales, compañía de bomberos y otros, estos daños no son aceptados según la normativa sismorresistente E-030.

El segundo método para el diseño de edificaciones sismo-resistentes es mediante la incorporación de dispositivos de disipación de energía cuya función principal es proporcionar amortiguamiento a la edificación, disminuyendo los desplazamientos laterales, velocidades y

Salleres Untiveros, Renzo Antonio

aceleraciones. Los principios básicos del diseño sismorresistente de edificaciones con este tipo de dispositivos es que estas puedan resistir movimientos sísmicos de intensidad severa de tal forma que puedan seguir funcionando sin ningún problema, estas características son aceptables por sus consideraciones económicas y por supuesto, el colapso estructural es prevenido y que la seguridad de la vida de las personas está asegurada.

Los procedimientos para el diseño alternativo han sido desarrollados mediante la implementación de sistemas de protección sismorresistente en la estructura, estos sistemas pueden tomar la forma de sistemas de aislamiento sísmico o dispositivos de disipación de energía. En un evento sísmico, desde el punto de vista del balance energético, representa un ingreso de energía en el sistema estructural. Esta energía, que entra en el sistema, se transforma en cinética y potencial. La energía cinética se logra reconoce con el movimiento que presenta la edificación ante la excitación telúrica mientras que la energía potencial se concentra en la deformación que presentan los elementos estructurales y no estructurales.

La energía potencial se concentra como energía de deformación elástica y deformación histerética. La energía de deformación elástica, se da en la etapa elástica de la respuesta de la estructura ante las distintas sollicitaciones externa como sismos. Una vez que se retira la carga, la estructura retorna a su forma original. La energía de deformación histerética se genera cuando las deformaciones sobre pasan el comportamiento elástico, parte de la energía se acumula como deformación y la otra se disipa mediante un proceso que degrada a los elementos de la estructurales. Cuando se producen incursiones importantes en el régimen inelástico, la energía histerética suele ser mayor que la deformación elástica en la mayoría de casos. Además, otra forma en que suele disiparse es mediante el amortiguamiento inherente que tiene la estructura.

A continuación se muestra la ecuación de balance de energético. Esta expresión representa una síntesis del movimiento desde que se inicia la aplicación de la sollicitación externa hasta el momento de análisis.

$$EK(t) + ED(t) + ES(t) + EH(t) = EI(t)$$

Donde:

- E - Energía de entrada del movimiento sísmico.
- E_k - Energía cinética.
- E_s - Energía de deformación elástica recuperable.
- h- Energía irrecuperable, disipada por el sistema estructural a través de otras formas de acción
- d- Energía disipada por los dispositivos de amortiguamiento suplementarios.

La sumatoria de la energía de deformación elástica y la inelástica pertenecen al trabajo de la fuerza restitutiva. La implementación de sistemas modernos de protección sísmica tienen como principal objetivo regular la energía de ingreso al sistema (aisladores sísmicos) o aumentar la disipación de energía por amortiguamiento (amortiguadores). En el caso de los aisladores se trabaja con el miembro derecho de la expresión de balance de energía (EI). Al disminuir la energía de ingreso en el sistema, se impide la incursión de la edificación en el régimen no lineal. En cuanto a los amortiguadores, la función de estos es aumentar la energía de amortiguamiento (ED) y evitar la disipación por la incursión de los elementos en el rango inelástico (energía de deformación inelástica). En conclusión, los sistemas de protección tienen como fin el de reducir las derivas de entrepiso, y por lo tanto también se disminuye los daños a la estructura.

1.3.2 Sistemas de Control de Respuesta Dinámica

Los sistemas de control de respuesta dinámica necesitan elementos especiales que alteren la respuesta de la estructura ante diversas sollicitaciones sísmicas. Los sistemas que se utilizan se categorizan en cuatro grupos: pasivos, semi-activos, activos e híbridos. Actualmente los sistemas modernos de protección sísmica tienen por finalidad controlar los desplazamientos de la estructura siguiendo una o varias de las siguientes opciones:

- Por medio de dispositivos que incorporados a la estructura absorben y logran disipan la energía de entrada del sismo.

- Por medio de mecanismos que, al comenzar la excitación sísmica, apliquen fuerzas buscando neutralizar la acción sísmica.
- Por medio de dispositivos que alteren las propiedades y la respuesta dinámica de la edificación, logrando reducir la energía de entrada y previniendo la resonancia.

Cada de estos sistemas cuentan diferentes tipos de dispositivos que generan el correspondiente control necesario, tal y como se muestra en la figura 3.

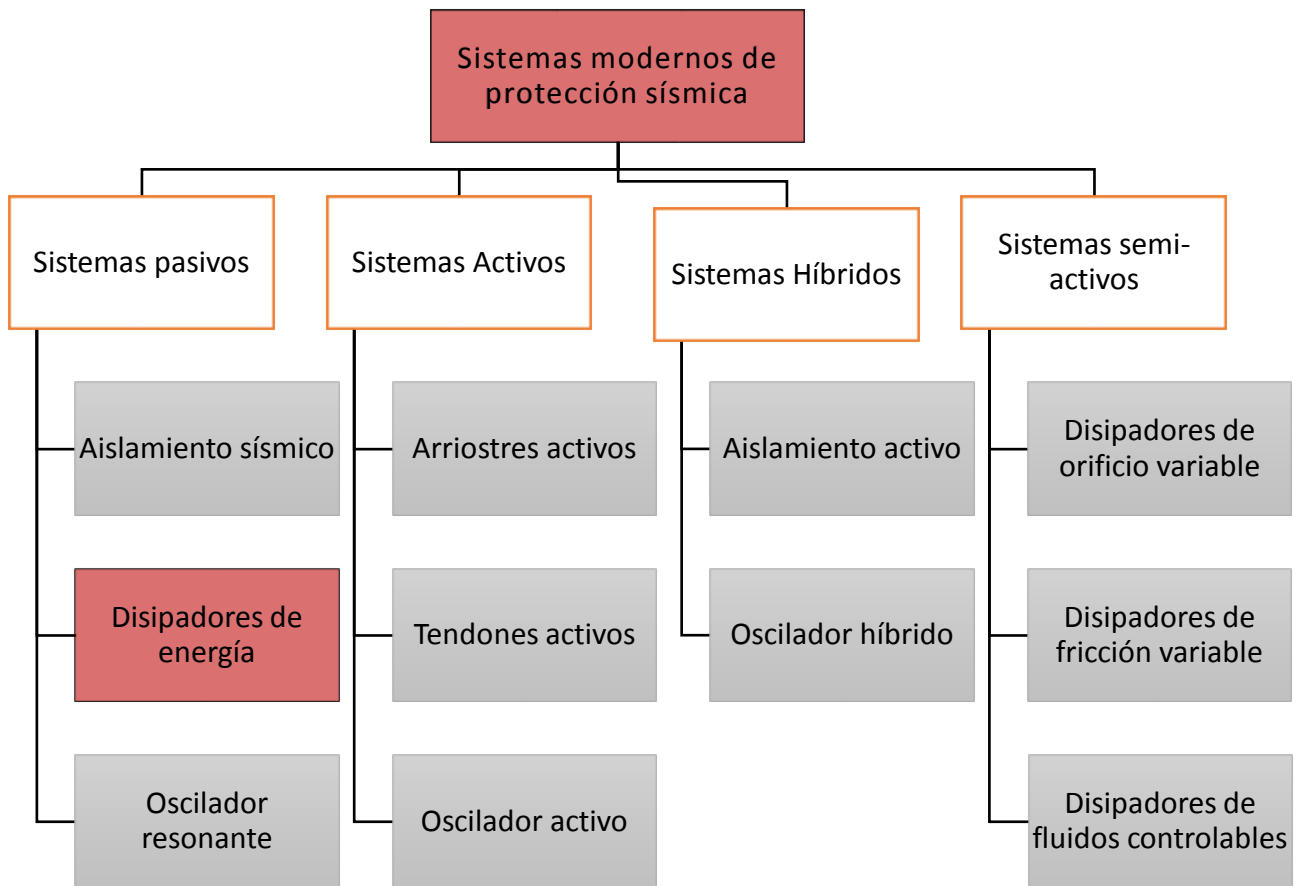


Figura 3. Clasificación de los sistemas modernos de protección sísmica. (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)

Los disipadores de energía son dispositivos, como su propio nombre lo indica, que se encargan de disipan grandes cantidades de energía, asegurándose, de esta forma, que los elementos estructurales no sean sobre exigidos, lo que podría causar daños importantes en la edificación. Estos dispositivos reciben la fuerza sísmica a través del comportamiento plástico de metales

dúctiles, la fricción entre superficies en contacto bajo presión, las deformaciones de corte de polímeros, la pérdida de energía en fluidos viscosos que pasa a través de orificios y así previenen que el edificio reciba todo el impacto, produciendo una disminución en las deformaciones de la edificación.

El ASCE 7-10 en su capítulo 18 indica que estos dispositivos se cataloga según su comportamiento en 3 clases diferentes: segun del desplazamiento, segun la velocidad y segun del desplazamiento y de la velocidad.

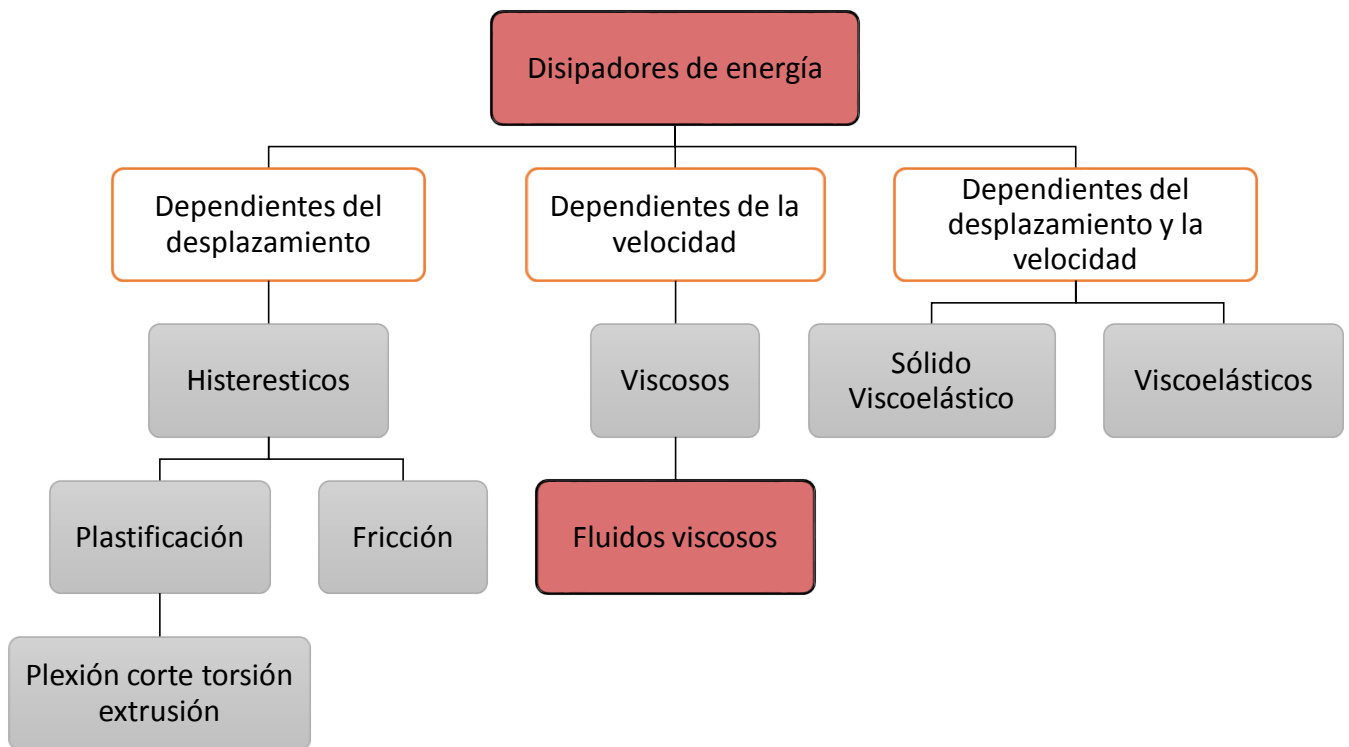
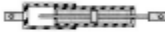


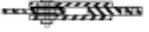
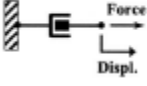

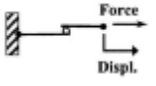






Figura 4. Clasificación de dispositivos de disipación de energía pasivo

Tabla 1 - Síntesis construida teniendo en cuenta, comportamiento histórico, modelos físicos, ventajas, y desventajas de los dispositivos de disipación pasiva como aplicación de protección sísmica (Adecuado de: Energy Dissipation Systems for Seismic Applications: C

Tipo de amortiguadores	Amortiguador de Fluido Viscoso	Amortiguador Sólido Visco elástico	Amortiguador Metálico	Amortiguador de Fricción
Construcción Básica				
Modelo Físico Idealizado			No se cuenta con un modelo idealizado	
Comportamiento Histerético Idealizado				
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Activado a bajos Desplazamientos ✓ Mínima fuerza de Restauración ✓ Para amortiguadores lineales, el modelo es simple. ✓ Las propiedades son independientes de la frecuencia y Temperatura ✓ Desempeño probado en aplicaciones militares 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Activado a bajos Desplazamientos ✓ Provee fuerzas Restitutivas ✓ Comportamiento lineal, por lo que su modelo es simple 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comportamiento histerético estable. ✓ Confiabilidad en tiempo prolongado. ✓ Insensibilidad a la temperatura ambiental. ✓ Materiales y Comportamiento familiar a la práctica de ingeniería 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gran energía disipada por ciclo ✓ Insensibilidad a la Temperatura ambiental
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posibles fugas del líquido sellado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad de deformación limitada ✓ Las propiedades dependen de la frecuencia y temperatura ✓ Posible desunión y desprendimiento del material viscoelástico 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dispositivo dañado después de un terremoto, posiblemente se requiera reemplazar. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las condiciones de la interfaz de deslizamiento pueden cambiar con el tiempo ✓ Comportamiento no lineal muy grande; puede excitar modos más altos y requiere un análisis no lineal. ✓ Desplazamientos permanentes si no se provee un mecanismo de restauración de fuerza

Disipadores de fluido viscoso

Este tipo de disipadores estan sujetos a la velocidad mas no al desplazamiento, razón por la cual no cambia la rigidez de la edificacion, ni tampoco aumenta los esfuerzos en los elementos estructurales. Es importante indicar que consiste basicamente en un cilindro hueco que contiene un fluido, típicamente basado en silicona. A medida que el pistón es empujado, el fluido es obligado a fluir a través de orificios ya sea alrededor o a través de la cabeza del pistón. La diferencia de presiones a lo largo del pistón ocasiona significativas fuerzas que se oponen al movimiento. El fluido que pasa a altas velocidades produce fuerzas de fricción entre sus partículas y la cabeza del pistón. Las fuerzas de fricción dan inicio a la disipación de energía en forma de calor, en la figura 5 se muestran los elemento que forma a los disipadores viscosos.

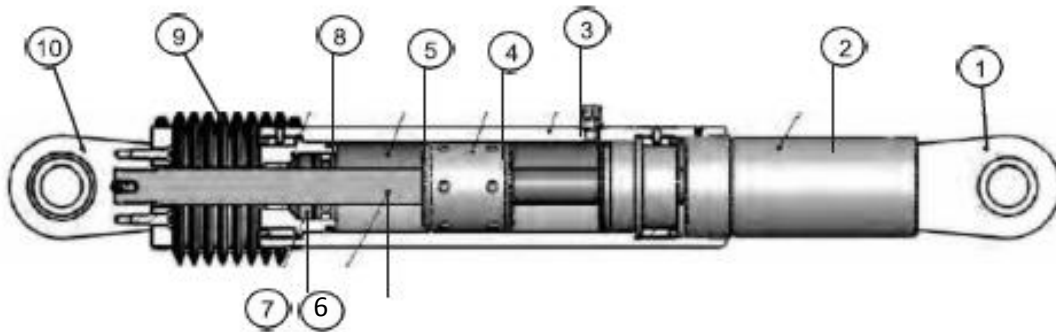


Figura 5. Elementos que conforman el dispositivo de disipación,

Siendo los elementos los siguientes:

1. Horquilla final con tratamiento térmico de aleaciones de acero con protección contra la corrosión.
2. Acero al carbono forjado en aluminio con protección contra la corrosión.
3. Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.
4. Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce.
5. Fluido viscoso, silicona incompresible.
6. Vástago de acero inoxidable.
7. Sellos / rodamientos de sello, juntas dinámicas.
8. Tapa con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.

Salleres Untiveros, Renzo Antonio

9. Fuelle, nylon reforzado de neopreno.

10. Cojinete esférico forjado con aleación de calidad aeronáutica.

El disipador fluido viscoso (figura 6) esta formado basicamente de dos elementos: un cilindro de alta resistencia y de un pistón (ambos de acero inoxidable). El cilindro contiene en su interior un fluido que forma parte la familia de las siliconas (alta resistencia al fuego, constante a los cambios de temperatura y a los largos períodos de tiempo).

El pistón presenta en uno de sus bordes una cabeza (figura 7) con pequeños orificios. El cual divide el interior del cilindro en dos cámaras. Ante una excitación sísmica, se produce el deslizamiento del pistón al interior del cilindro, este movimiento permite el paso del fluido de una cámara a otra (figura 8), a su vez genera una presión diferencial, la misma que genera la fuerza de amortiguamiento. Debido al desplazamiento interno del pistón se produce la conversión de energía cinética en calor, lo que da como resultado la expansión y contracción térmica del fluido; debido a esto, el cilindro posee una tercera cámara, denominada de acumulación, que permite que se puedan compensar las variaciones de fluido (volumen).

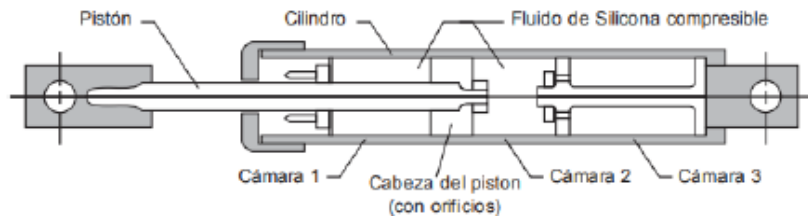


Figura 6. Corte de un disipador viscoso (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz).

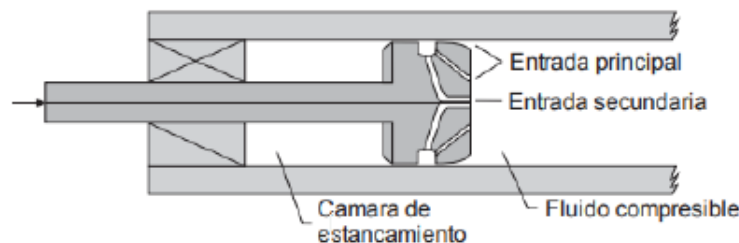


Figura 7. (Detalle de la Cabeza del Pistón Fuente: Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)

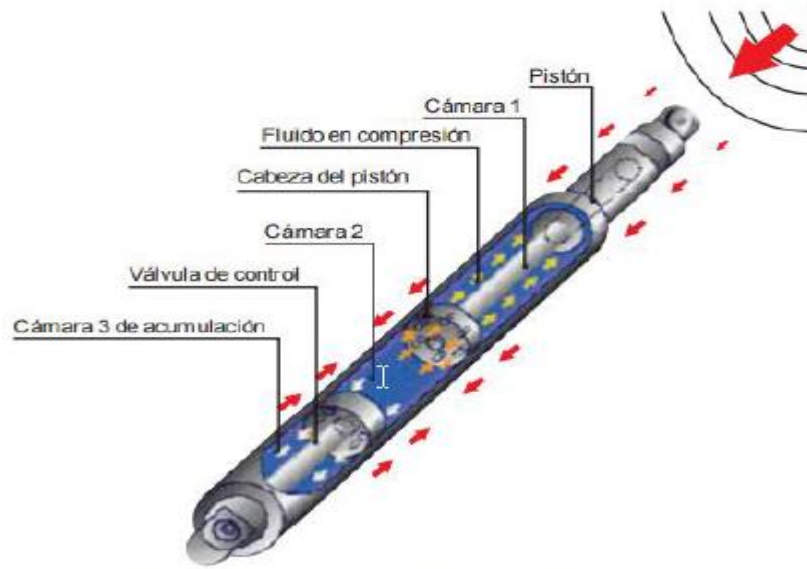


Figura 8. Funcionamiento de los Disipadores (Edificaciones con disipadores Viscosos - Villarreal & Díaz)

1.3.4 Comportamiento estructural de una edificación:

Comportamiento estructural: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016), el “comportamiento estructural, es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales”. Por lo tanto, concluimos que el comportamiento estructural da a conocer mediante un análisis sísmico el estado de las estructuras de tal manera permite que después de pasar el sismo la estructura no colapse, y asimismo brindar seguridad a sus ocupantes.

Cambio de uso: Todas las edificaciones formales están diseñadas para poder resistir las cargas vivas y muertas para la cual ha sido diseñada, ya sea para uso de oficinas, viviendas multifamiliares, hospitales, entre otros. Cuando una edificación ya sea reforzada o recién construida a la cual todavía no se ha utilizado se pretende cambiar su funcionalidad a la cual ha sido proyectada se llama cambio de uso, ya que influye el tema de las cargas vivas o sobrecargas. Para Peña y Laurencio (2012), señalan que “con el cambio de uso se estarían modificando las cargas gravitacionales y la masa de la estructura. También se podría modificar la estructura (espacios, rigidez, resistencias) para cumplir con los nuevos requerimientos de uso” (p. 47). Por lo tanto cuando se trata de una estructura que ya ha cumplido su periodo de vida o ya ha sido utilizada

se debe realizar un reforzamiento para la cual se debe evaluar la estructura con diferentes métodos o estudios para ver el estado de la edificación.

Para este estudio, la estructura no ha sido utilizada u ocupada debido que esta se encuentra en la etapa de acabados, pero debido a que se pretende cambiar de uso (a un centro de salud sin internamiento) lo cual corresponde una sobrecarga mayor, que se va a analizar a través de propuestas indicadas en esta investigación para lo cual se utilizará el programa Etabs y se compararía resultados para llegar a una solución.

Sobrecarga o cargas vivas: Según la norma de cargas E020 (2016), señala que “Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto” (p.1). Por lo tanto, todas las edificaciones deben estar diseñadas para soportar tanto cargas vivas como muertas para lo cual ha sido proyectado, además de ello las cargas externas como viento o sismo.

Por lo tanto, cuando el uso cambia en una edificación, la carga viva o sobrecarga va a cambiar también, de esa manera la estructura del edificio será evaluada estructuralmente para resistir al nuevo uso que se le va a dar a la edificación. A continuación, se muestra la tabla N° 2 de la norma de cargas E020, cargas vivas según su uso:

Tabla 2 - *Tabla de carga mínima repartida obtenida de la norma E-020*

Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)

1.4 Formulación del problema

¿Cual es la respuesta estructural para una edificación de 7 niveles de uso comun a uso esencial mediante el uso de disipadores de energia de fluido viscoso ubicado en el distrito de Pueblo Libre-Lima?

1.5 Justificación

El trabajo de investigación constituye un análisis comparativo del comportamiento dinámico de un edificio multifamiliar de uso comun cambiando su categoria a un edificio de uso esencial como lo es un CENTRO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO incorporando el uso de disipadores de fluido viscoso. El tema investigado va a contribuir apreciar las variaciones en los desplazamientos y derivas de la estructura, verificando cuál de los sistemas usados se comporta mejor frente a un sismo severo. Con esta investigación se pretende proponer una mejora en el comportamiento sismorresistente de la estructura en su cambio de uso, apegandose a la normativa peruana en el caso de diseño de estructuras antisimicas, proponiendo una metodología de cambio de uso de un edificio multifamiliar a uso esencial diseñado con los disipadores de fluido viscoso, logrando precisar si los dispositivos viscosos incorporados incrementan en un nivel importante la disipación de energía sísmica, se determinara si efectivamente disminuyen los esfuerzos dinámicos de la estructura, se conocera si las derivas de entrepiso disminuyen sin alterar las dimensiones de la estructura convencional, de este modo posteriormente se podra validar si al incorporar los disipadores de fluido viscoso disminuyen las distorsiones y fuerzas dinámicas. El tema a tratar va favorecer a la mejora en el diseño de las estructuras de gran importancia, considerando que es una zona de silencio sísmico y en cualquier momento podría ocurrir un sismo severo. Es importante estudiar la utilización de los disipadores sísmicos porque sirven para proteger del efecto destructivo de los sismos, edificios, puentes y otros tipos de construcciones. Son doblemente beneficiosos: por un lado, incrementan el periodo de vibración de la estructura alejándola de los periodos naturales del suelo, y por otro lado reducen sustancialmente la aceleración en la estructura con respecto a la aceleración del suelo en las cercanías. Este trabajo tiene como proposito apoyar para que continúen las investigaciones y esta tecnología pueda ser aplicada en proyectos de estructurales. El motivo principal para dar inicio a esta investigación es mejorar la seguridad estructural de las edificaciones y proteger a la población, empezar una construcción más segura

con el entorno ya que las estructuras en general no están afectadas con este nuevo proceso constructivo que permite disminuir potencial de daños entre el 80% y 40%.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Determinar la respuesta estructural mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso para una edificación de 7 niveles de uso común a uso esencial (CENTRO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO) ubicado en el distrito de Pueblo Libre, Lima.

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar el dimensionamiento y modelamiento estructural de la vivienda modelo.
- Determinar la respuesta dinámica modal de la estructura de sistema convencional en base a los parámetros de diseño estructural para una edificación de siete niveles ubicados en el distrito de Pueblo Libre.
- Determinar la respuesta estructural de la edificación al modificar el parámetro de uso común a uso esencial (CENTRO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO).
- Analizar las distorsiones y el comportamiento estructural de la edificación de uso esencial frente a un sismo severo con el uso de disipadores de fluido viscoso, siendo la estrategia mantener los desplazamientos laterales por debajo de la normativa E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Evaluar si la aplicación de los disipadores de fluido viscoso influirá en mejorar la respuesta estructural en la edificación con el parámetro de uso esencial (CENTRO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Es un método que está enfocado al diseño y explicación de cómo se va a interpretar, recolectar y procesar los datos de la investigación mediante procedimientos lógicos y técnicos analizando los pasos a seguir para resolver la problemática planteada mediante propicias herramientas de estudio que ayudaran a resolver de manera eficaz la problemática al investigador.

2.1 Tipo de investigación

El nivel de Investigación es Descriptivo - Explicativo, dado que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. El diseño de este trabajo de investigación tiene fundamentos que se encuentran basados en las normas del diseño sismoresistente de estructuras, en este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos, busca verificar, estimar, describir, evidenciar, demostrar y probar el comportamiento y cambio de uso común a uso esencial de una estructura con el uso de disipadores de fluido viscoso y eso va más allá de solo la descripción de conceptos y fenómenos.

2.2. Diseño de investigación

(Hernández Sampieri, 2007) indica que, el investigador debe visualizar la manera practica y concreta contestar las preguntas de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados. Esto implica desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio. El termino diseño se refiere al plan de estrategia concebido para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema.

De este modo el desarrollo de esta investigación está enmarcada en una investigación descriptivo-explicativo con enfoque cuantitativo, debido a que pretendo medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refiere y a su vez esta dirigidas a responder por la causa de los eventos y fenómenos físicos y sociales.

2.3 Enfoque

El enfoque cuantitativo en el manejo de datos en el diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema de uso convencional y uno de uso esencial con disipadores de energía fluido viscoso, en una edificación de siete niveles ubicado en el distrito Pueblo Libre.

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población:

Según Tamayo (2003, p.176). Define población como *“La totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrado un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”*.

Por lo tanto, la población serán todas las edificaciones a las que se presentan las condiciones para cambio de uso en el distrito de Pueblo Libre.

2.4.2 Muestra:

Las muestras no probabilísticas, son llamadas también muestras dirigidas, es decir suponen un método de selección orientado a las características de la investigación, y no por un criterio estadístico empleado generalmente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 189). En conclusión, para el desarrollo del presente estudio se ha utilizado la muestra no probabilística ya que no se realiza cálculos estadísticos para determinar la cantidad de muestras, sino es con el criterio del investigador, es decir la investigación solo se centrará en estudiar la edificación multifamiliar de 7 PISOS, en el distrito de Pueblo Libre, provincia de Lima.

Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

De procesamiento de información.

- Análisis documental
- Análisis estadístico
- Análisis visual
- ✓ Análisis experimental

Instrumentos:

- **Recolección de datos mediante ficha de inspección y protocolo.**

Tabla 3 - Recolección de datos

	<i>Fuente</i>	<i>Técnica</i>	<i>Instrumentos</i>
<i>Edificio multifamiliar de uso común.</i>	Estructura muros estructurales de 07 PISOS	Modelamiento Idealización virtual en el software ETABS	- Recolección de datos mediante ficha de inspección y protocolo.
<i>Edificio de uso esencial (convencional) con disipadores de fluido viscoso</i>	Estructura muros estructurales de 07 PISOS	Modelamiento Idealización virtual en el software ETABS	- Recolección de datos mediante ficha de inspección y protocolo.

Recolección de datos, fuente propia

2.5 Procedimiento

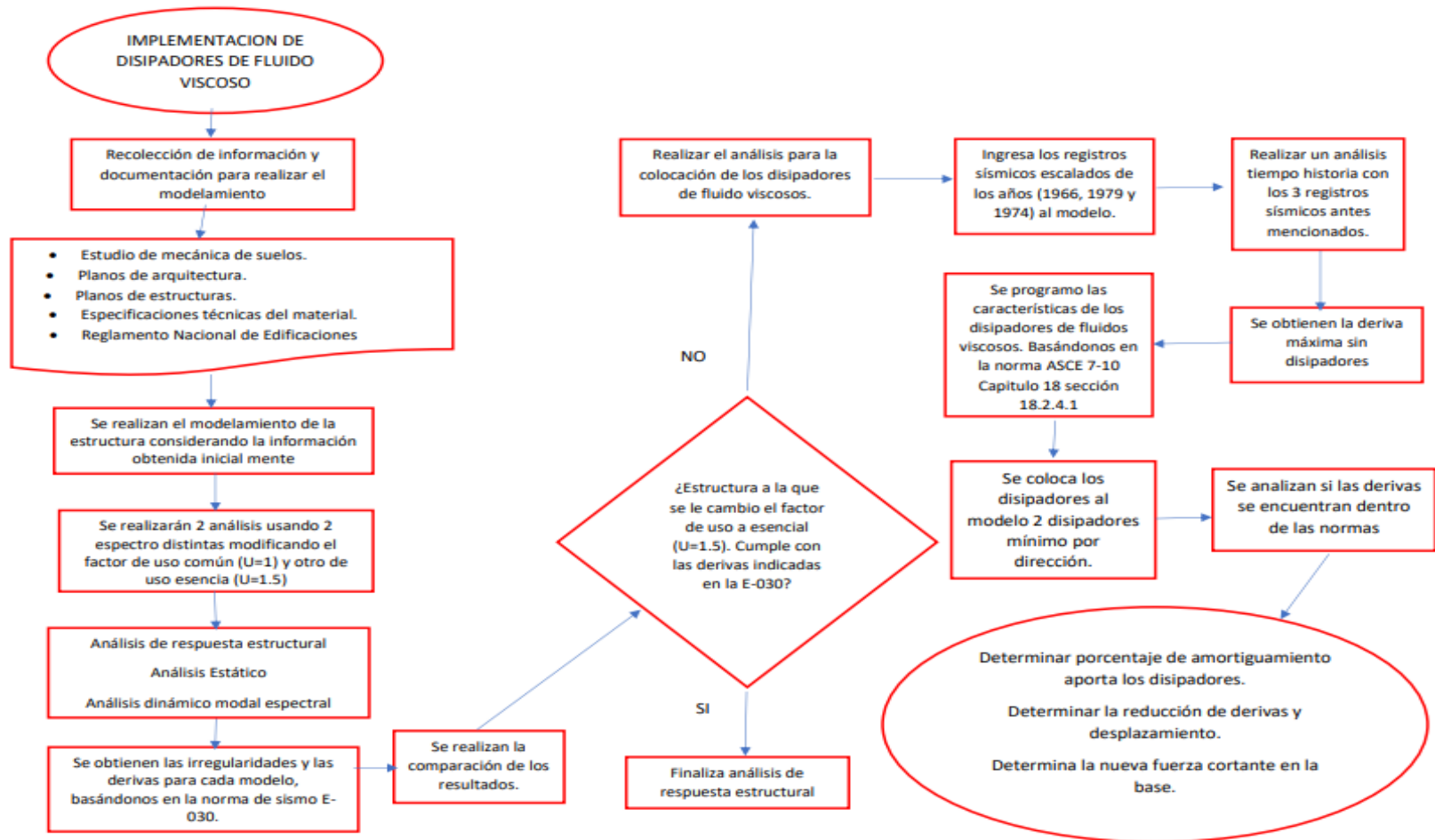
Estos están sumergidos en las fases, puesto que estos son acciones que se llevan a cabo para el cumplimiento de los métodos y técnicas de la investigación.

- Recolección de toda información referente a la edificación, estudio de suelos, planos estructurales, planos arquitectónicos, especificaciones técnicas para disipadores de fluido viscoso, registros sísmicos y el Reglamento Nacional de Edificaciones. Toda información sobre la edificación se colocará en Anexos.
- Se modelo la estructura en el software ETABS 2016 teniendo en consideración el número de niveles, las dimensiones de los distintos elementos estructurales, especificaciones técnicas, estudio de suelos y los parámetros sísmicos indicados en la Norma Técnica E.030 del Reglamento Nacional de edificaciones.

- Se realizarán dos modelos, ya que tendrán distintos espectros de respuesta debidos que posee diferentes parámetros de uso, modificando el factor de uso U de común ($U=1.00$) a uso esencial ($U=1.5$).
- Una vez teniendo definido los dos modelos se realizará el análisis de respuesta estructural que consiste en: análisis estático, análisis dinámico modal espectral como lo indica la norma E-030.
- Se obtienen los distintos datos como irregularidades, derivas y fuerza cortante en la base de ambos modelos de uso común y uso esencial.
- Es así como una vez obtenidos todos los datos de la idealización, se realizará la comparación de los datos de las estructuras para determinar si es necesario la implementación de los disipadores de energía de fluido viscoso. Si las derivas superan el .007 indicado en la norma sismo resistente E-030 se realizará la colocación de los dispositivos de disipación. En caso sea menor al .007 el análisis daría por finalizado.
- Si la estructura en estudio supera el límite permitido por la norma E-030. Esto nos indicaría que se debe implementar los disipadores de energía de fluidos viscosos y se iniciaría con el análisis Tiempo historia.
- Se corrigen las señales sísmicas en el software seismosignal para posteriormente emparejarla con en espectro de la norma E-030 con ayuda del software seismomach
- Se carga al software ETABS los registros sísmicos de los sismos más destructivos de los años 1966, 1970 y 1974. Para crear un espectro de respuesta.
- Se realizará el análisis tiempo historia con los tres registros sísmicos antes mencionados y se comparará las máximas derivas y desplazamiento obtenidos. Finalmente se seleccionarán las máximas derivas obtenidas.
- Se diseñarán los disipadores de energía de fluido viscoso en base a las máximas derivas obtenidas basándonos en la norma ASCE 7-10. Capítulo 18.2.4.1.
- Se coloca los disipadores al modelo. Según la norma técnica ASCE 7-10 la cual indica, que se deberá colocar dos disipadores como mínimo por sentido (X,Y) en cada nivel.
- Se analiza en modelo con la implementación de disipadores de energía de fluido viscoso y se revisa si las derivas son menores al .007 como lo indica en la norma.
- Se determina el porcentaje de amortiguamiento que aportan los disipadores a la estructura.

Se analizará el porcentaje de reducción de deriva

Figura 9. Diagrama de flujo



2.6 Matriz de consistencia

2.6.1 Operacionalización de variables

2.6.1.1. Definición conceptual de la variable

Las variables se pueden definir de la siguiente manera según Núñez, menciona que “se denominan variables a los constructos, propiedades o características que adquieren diversos valores. Es un símbolo o una representación, por lo tanto, una abstracción que adquiere un valor no constante” (2007, p. 166).

Por lo tanto, en la siguiente investigación cuenta con las siguientes Variables:

Variable Independiente:

Diseño del Sistema sismoresistente aporticado de uso común y uso esencial con disipadores de fluido Viscoso.

Variable dependiente:

Respuesta estructural de una edificación.

CUADRO OPERALIZACIÓN DE LA VARIABLE

- **OBJETIVO GENERAL:** Respuesta estructural mediante el uso de disipadores de energia de fluido viscoso para una edificación de 9 niveles de uso comun a uso esencial (CENTRO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO) ubicado en el distrito de Pueblo Libre

Tabla 4 - Cuadro de operalización de Variable.

Variable	Conceptualización de la variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente Diseño del Sistema sismoresistente de muros estructurales de uso común y uso esencial con disipadores de fluido Viscoso	Diseñar un edificio con un adecuado comportamiento estructural suficientemente rígida y a la vez dúctil, es decir que tenga la capacidad de explorar en el rango inelástico. Capaces de resistir a las fuerzas sísmicas actuantes sobre ellas. Con la incorporación de disipadores de fluido viscoso. Cuya máxima distorsión admitida es de 0.007 cumpliendo con la norma E.030 del RNE.	-Requisitos para el diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de suelos (capacidad portante del terreno) • Parámetros sísmicos obtenidos de la norma E-030. • El uso a la que se destinara la edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos mediante ficha de inspección y protocolo.
		-Sistema uso común convencional	<ul style="list-style-type: none"> • Planos • Sección de vigas • Secciones de columnas • Sobrecarga 	
		-Sistema uso esencial con disipadores de energía fluido viscoso	<ul style="list-style-type: none"> • Planos • Sección de vigas • Secciones de columnas • Especificaciones técnicas de fluido viscoso. 	
Variable dependiente Respuesta estructural de una edificación.	Concebir un edificio con un adecuado comportamiento estructural suficientemente rígida, pero a su vez dúctil, es decir que tenga la capacidad de incursiona en el rango inelástico. Asimismo, se aplicarán los disipadores viscosos para ver la mejora del comportamiento estructural de la estructura y verificar si satisface la norma de diseño sismorresistente E-030.	-Comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Derivas • Nivel de desempeño • Tipo de falla • Determinación de Desplazamientos Laterales • Análisis tiempo historia • Respuesta sísmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos mediante ficha de inspección y protocolo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

El proceso para realizar el análisis de respuesta estructural inicia con la revisión de los planos de arquitectura, planos de estructuras y estudio de mecánica de suelos. En donde obtendremos todos los datos importantes para realizar un modelamiento adecuado tales como: número de pisos, área de la estructura, ubicación de la estructura, uso para el cual estará destinada la edificación, dimensiones de vigas, columnas, muros, losa, especificaciones técnicas del material y capacidad portante del terreno. A continuación, se muestra el resultado del modelamiento.

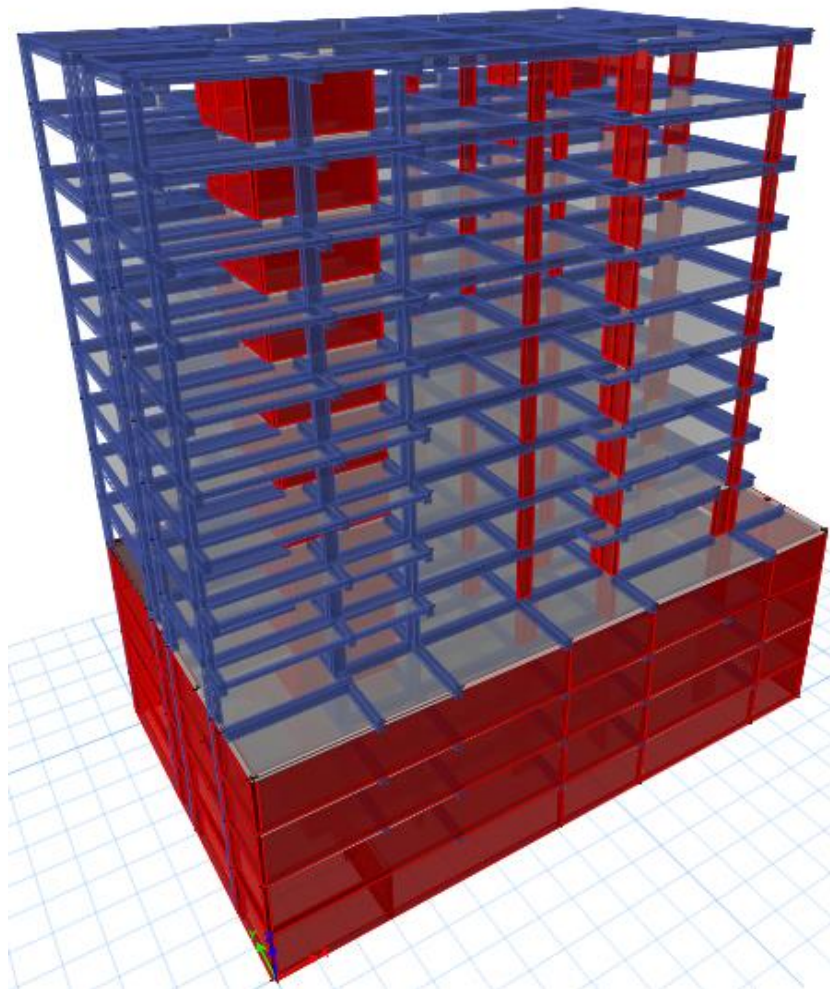


Figura 10. Modelo de la estructura en software ETABS 2016

3.1. ANÁLISIS DINAMICO

Para obtener resultados más precisos el análisis sísmico se realizará de manera individual para cada una de las estructuras a estudiar, dividiéndolas por el uso de cada una de ellas, estructura A “Uso común (categoría C)” Estructura B “Uso esencial (categoría A2)”.

ASPECTOS GENERALES

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA EDIFICACION

Análisis dinámico: A nivel general, se verificó el comportamiento dinámico de la estructura frente a cargas sísmicas mediante un análisis dinámico modal espectral indicado en la Norma de Diseño Sismorresistente E030. Con este propósito se elaboró un modelo matemático para el análisis correspondiente.

Análisis de desplazamientos: Se verificaron los desplazamientos máximos obtenidos con el programa ETABS, en relación con los valores máximos permisibles de la Norma E030.

DESCRIPCION DEL TERRENO

La capacidad portante considerada del terreno es 5.00 Kg/cm^2 según Estudio de Mecánica de Suelos realizado por el Ing. Jesús Manuel Prado Meza.

NORMATIVIDAD

Las cargas consideradas para el análisis y diseño del edificio son cargas de gravedad y cargas de sismo, las cuales deben cumplir lo especificado en las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indicadas a continuación:

Norma Técnica E.020 (Cargas).

Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente).

Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones).

Norma Técnica E.060 (Concreto Armado).

3.1.1. ESTRUCTURA “A”

3.1.1.1. METRADO DE CARGAS

3.1.1.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se muestra a continuación los materiales que conformarán la estructura y las especificaciones de estos:

Concreto Armado:

- Resistencia del concreto $f'c = 280 \text{Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 250998.008 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f'c})$
- Resistencia del concreto $f'c = 350 \text{Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 280624.30 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f'c})$
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- Módulo de Corte: 905711 Ton/m^2

Acero de Refuerzo:

- Resistencia a la fluencia del acero $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.1.1.1.2. CARGAS DE DISEÑO

Cargas por peso propio (D): Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, y otros elementos que forman parte de la edificación y que son consideradas permanentes.

- Peso propio elementos de concreto armado = 2400 Kg/m^3
- Peso propio piso terminado = 100 Kg/m^2
- Peso propio piso tabiquería = 200 Kg/m^2
-

Cargas vivas (L): Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

- Sobrecarga de sótanos = 250 Kg/m^2
- Sobrecarga de piso típico = 200 Kg/m^2
- Sobrecarga en pasillos y escaleras = 200 Kg/m^2
- Sobrecarga de azotea = 150 Kg/m^2

Cargas producidas por sismo (EQ): Son las cargas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la Norma de Diseño Sismorresistente E030.

Según Norma Peruana de Estructuras $S_a = \frac{Z * U * C * S * g}{R}$

3.1.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

PELIGRO SÍSMICO

ZONIFICACIÓN

La zonificación planteada se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la disminución de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Actualmente tenemos 4 zonas, a cada una de estas se le asigna un factor. Este representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de ser excedida de 10% en 50 años de exposición.

Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto (Lima) corresponde a la zona 4, correspondiéndole un factor de $Z = 0.45$.

PARÁMETROS DE SUELO

Para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Según el EMS tenemos un tipo de suelo muy rígido (S1), por lo que para efectos de la evaluación se considerara el factor de suelo $S1 = 1.00$, un periodo de suelo $T_p = 0.40$ seg y $T_L = 2.50$.

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad \rightarrow \quad C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \quad \rightarrow \quad C = 2.50 (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad \rightarrow \quad C = 2.50 (T_p \times T_L) / T^2$$

T es el período fundamental de vibración, se define por la siguiente fórmula:

$$T = h_n / C_T$$

Dónde: h_n = altura del edificio, C_T = factor definido por el tipo de estructura.

$$T = 27.2/60 \quad \rightarrow \quad T = 0.45 < T_p$$

Entonces el factor C estará definido por: $\rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow$ (Análisis estático).

$\rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow$ (Análisis dinámico)

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión. (Ley de Rayleigh)

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)}}$$

En donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a la fuerza f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisura.
- P_i peso del nivel i .

$$T_x = 0.84 \rightarrow T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow C_x = 1.24$$

$$T_y = 0.93 \rightarrow T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow C_y = 1.09$$

Entonces el factor C estará definido por: $\rightarrow C_x = 1.65 \rightarrow$ (Análisis estático)

$\rightarrow C_x = 1.47 \rightarrow$ (Análisis dinámico)

3.1.1.3. CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1.1.3.1. CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la norma E.030. Para el presente proyecto la categoría de la edificación es “C” (Edificación Común) y el factor correspondiente es $U = 1.00$.

3.1.1.3.2. SISTEMAS ESTRUCTURALES

Se verifica la resistencia sísmica que actúa en los muros, si es mayor que el 70% de la fuerza cortante en la base será un sistema de muros estructurales, si se encuentra entre el 20% y 70% será un sistema dual, y los pórticos deberán estar diseñados para resistir por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base. En caso se tengan muros estructurales estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SISMO Max	Top	0	352.8059	360.2688
PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	352.8059	360.2688

Figura 11. Cortante dinámica para un espectro con un factor de uso común ($U=1.00$)

Tabla 5 - Obtención de la cortante de las placas para el eje X

Pier	Load Case/Combo	V2
PX1	SISMO Max	85.23
PX2	SISMO Max	64.9785
PX3	SISMO Max	148.9856
PX4	SISMO Max	19.8958
PX5	SISMO Max	17.6214
$\sum V_y =$		336.71

Se obtienen cortantes para luego ser divididas entre la cortante total en el eje

Se verifica que:

$$\Sigma V_x / V_x = 336.71 / 352.8 \times 100\% = 96\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Tabla 6 - Obtención de la cortante de las placas para el eje Y

Pier	Load Case/Combo	V2
PY1	SISMO Max	23.096
PY2	SISMO Max	26.2909
PY3	SISMO Max	79.7113
PY4	SISMO Max	123.25
PY5	SISMO Max	52.12
PY6	SISMO Max	21.3784
PY7	SISMO Max	25.115
$\Sigma V_x =$		350.96

Se obtienen cortantes para luego ser divididas entre la cortante total en el eje

$$\Sigma V_y / V_y = 350.96 / 360.26 \times 100\% = 98\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales utilizados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Para este caso, el sistema predominante en la dirección X-X y Y-Y es un sistema de muros estructurales el cual le corresponde un coeficiente básico de reducción **Ro = 6.00**.

3.1.1.4. REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir con restricciones en la norma.
- Establecer procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

El factor R estará definido por $R = R_o \times L_a \times L_p$.

3.1.1.4.1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez, cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Promedio distorsiones en “X”.

Tabla 7 - Promedio de derivas en el sentido X

PISO	DRIFT-X1	DRIFT-X2	DRIFT-X3	DRIFT-X4	PROM.X
PISO 7	0.001	0.001	0.001	0.00099	0.001
PISO 6	0.0011	0.0011	0.0011	0.001037	0.0011
PISO 5	0.0011	0.0011	0.0011	0.001039	0.0011
PISO 4	0.0011	0.0011	0.0011	0.001013	0.0011
PISO 3	0.0011	0.0011	0.001	0.000931	0.001
PISO 2	0.0009	0.0009	0.0009	0.000806	0.0009
PISO 1	0.0006	0.0006	0.0006	0.000538	0.0006

Se obtiene las derivas en los 4 puntos de la estructura para luego sacar el promedio

Promedio distorsiones en “Y”.

Tabla 8 - Promedio de derivas en el sentido Y

PISO	DRIFT-Y1	DRIFT-Y2	DRIFT-Y3	DRIFT-Y4	PROME.Y
PISO 7	0.0012	0.0011	0.0011	0.0012	0.0011
PISO 6	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013
PISO 5	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013
PISO 4	0.0013	0.0014	0.0014	0.0013	0.0014
PISO 3	0.0012	0.0014	0.0014	0.0012	0.0013
PISO 2	0.001	0.0013	0.0013	0.001	0.0012
PISO 1	0.0006	0.001	0.001	0.0006	0.0008

Se obtiene las derivas en los 4 puntos de la estructura para luego sacar el promedio

VERIFICACIÓN 1. Sí es menor que 0.70 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, será irregular.

Tabla 9 - Verificación 1 para piso blando

NIVEL	RIGIDEZ- X	RIGIDEZ- Y	$X_a/(X_{a+1}) < 0.70$	Conclusion	$Y_a/(Y_{a+1}) < 0.70$	Conclusion
PISO 7	40068.127	39025.103	-	-	-	-
PISO 6	67718.27	65077.427	1.69	REGULAR	1.67	REGULAR
PISO 5	89407.951	82768.604	1.32	REGULAR	1.27	REGULAR
PISO 4	108935.64	95921.455	1.22	REGULAR	1.16	REGULAR
PISO 3	131773.51	109106.32	1.21	REGULAR	1.14	REGULAR
PISO 2	163716.62	128187.28	1.24	REGULAR	1.17	REGULAR
PISO 1	252441.49	190776.49	1.54	REGULAR	1.49	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

VERIFICACIÓN 2. Sí es menor que 0,80 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes será irregular.

Tabla 10 - Verificación 2 para piso blando

]	RIGIDEZ- X	RIGIDEZ- Y	$X_a/X_{prom} < 0.80$	Conclusión	$Y_a/Y_{prom} < 0.80$	Conclusión
PISO 7	40068.127	39025.103	-	-	-	-
PISO 6	67718.27	65077.427	5.07	-	5.00	-
PISO 5	89407.951	82768.604	2.49	-	2.39	-
PISO 4	108935.64	95921.455	1.66	REGULAR	1.54	REGULAR
PISO 3	131773.51	109106.32	1.49	REGULAR	1.34	REGULAR
PISO 2	163716.62	128187.28	1.49	REGULAR	1.34	REGULAR
PISO 1	252441.49	190776.49	1.87	REGULAR	1.72	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA – PISO DÉBIL

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

Tabla 11 - Verificación piso débil

PISO	V _x	V _y	X _a /(X _{a+1})<80%	Conclusión	Y _a /(Y _{a+1})<80%	Conclusión
PISO 7	99.2525	88.7417	-	-	-	-
PISO 6	175.932	166.7	177.26%	REGULAR	187.85%	REGULAR
PISO 5	232.739	230.204	132.29%	REGULAR	138.09%	REGULAR
PISO 4	277.491	280.161	119.23%	REGULAR	121.70%	REGULAR
PISO 3	312.569	318.175	112.64%	REGULAR	113.57%	REGULAR
PISO 2	338.809	345.601	108.40%	REGULAR	108.62%	REGULAR
PISO 1	352.806	360.269	104.13%	REGULAR	104.24%	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

SE TOMARÁ EL FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA: L_a = 1.00.

3.1.1.4.2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

IRREGULARIDAD TORSIONAL E IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, 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.

El factor de 1,3 cambiará a 1.5 para la verificación de irregularidad torsional extrema. Estos criterios sólo se aplican en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.

A continuación, se verifican las relaciones $\Delta_{\max.\text{ext. X}}/\Delta_{\text{prom. ext. X}}$ “X” y $\Delta_{\max.\text{ext. Y}}/\Delta_{\text{prom. ext. Y}}$ las cuales podrán ser mayores que 1.30 (estructura con irregularidad torsional), más no mayor que 1.50 (estructura con irregularidad torsional extrema).

Tabla 12 - Verificación irregularidad torsional

PISO	Δ promedio		D. Relativos en Δ promedio		Δ maximo		D. Relativos en Δ maximo		$\Delta_{max.X}/\Delta_{prom.X}$	$\Delta_{max.Y}/\Delta_{prom.Y}$	CONCLUSIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			X	Y
PISO 7	1.80	2.25	0.27	0.30	1.85	2.35	0.27	0.29	0.99	0.95	REG.	REG.
PISO 6	1.53	1.94	0.29	0.33	1.58	2.06	0.29	0.33	1.00	0.98	REG.	REG.
PISO 5	1.25	1.61	0.29	0.35	1.30	1.74	0.30	0.36	1.02	1.00	REG.	REG.
PISO 4	0.96	1.25	0.29	0.36	1.00	1.38	0.30	0.37	1.03	1.03	REG.	REG.
PISO 3	0.67	0.89	0.27	0.35	0.70	1.01	0.28	0.38	1.04	1.07	REG.	REG.
PISO 2	0.40	0.54	0.24	0.32	0.42	0.63	0.25	0.36	1.05	1.13	REG.	REG.
PISO 1	0.16	0.22	0.16	0.22	0.17	0.27	0.17	0.27	1.06	1.22	REG.	REG.

Se verifica que la estructura NO presenta irregularidad torsional. Por lo tanto, se dará un factor de 1.00.

ESQUINAS ENTRANTES

La estructura **NO** presenta esquinas entrantes, por lo tanto, **NO** califica como irregular. Se da un factor de **1.00**.

DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

La estructura **NO** presenta discontinuidad de diafragma, por lo tanto, **NO** califica como irregular. Se da un factor de **1.00**.

SISTEMAS NO PARALELOS

Como podemos observar en planta la estructura no califica como irregular.

SE TOMARÁ EL MENOR FACTOR DE IRREGULARIDAD: $L_p=1.00$

El factor R estará definido por $R = 6 \times 1.00 \times 1.0 \rightarrow R = 6.00$

3.1.1.5. ESPECTRO DE ACELERACIONES

Para el análisis dinámico se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones:

Dónde:

$$Z = 0.45 \text{ (Zona 4 – Lima)}$$

$$U = 1.00 \text{ (Categoría C: Edificación común)}$$

$$S = 1.00 \text{ (Tp = 0.40 Suelo rígido)}$$

$$g = 9.81 \text{ (Aceleración de la gravedad m/s}^2\text{)}$$

$$R = 6.00 \text{ (Sistema de muros estructurales)}$$

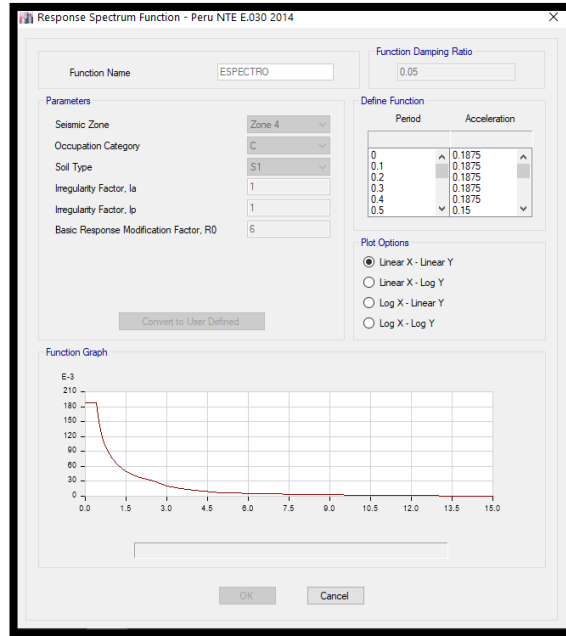


Figura 12. Espectro para el parámetro de uso común (U=1.00)

3.1.1.6. INTRODUCCIÓN DE DATOS AL ETABS.

✓ **Combinaciones de Cargas Empleadas:**

Las combinaciones de cargas usadas para la verificación de los elementos de concreto de la estructura son las siguientes:

Para elementos de concreto armado:

COMB1: 1.40D + 1.70L

COMB2, 3: 1.25D + 1.25L ±Sx

COMB4, 5: 1.25D + 1.25L ±Sy

COMB6, 7: 0.90D ±Sx

COMB8, 9: 0.90D ±Sy

Dónde:

D: Carga permanente.

L: Carga Viva.

EQ: sismo.

✓ **Introducción Gráfica de Cargas al ETABS:**

Carga Muerta (D)

Se muestran las cargas asignadas a la estructura correspondiente a las cargas asignadas a las losas; internamente el programa distribuye estas últimas a las vigas y estas a su vez a las columnas.

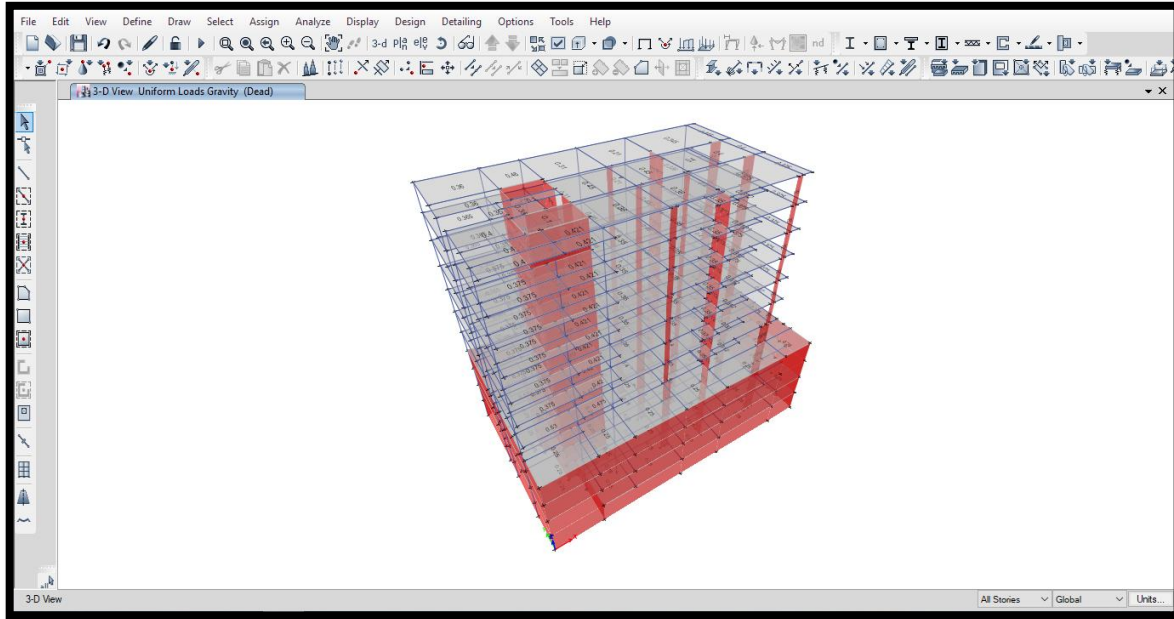


Figura 13. Carga muerta aplicada a las losas. (Ton/m²)

Carga Viva (L)

El siguiente gráfico muestra las sobrecargas introducidas en el modelo.

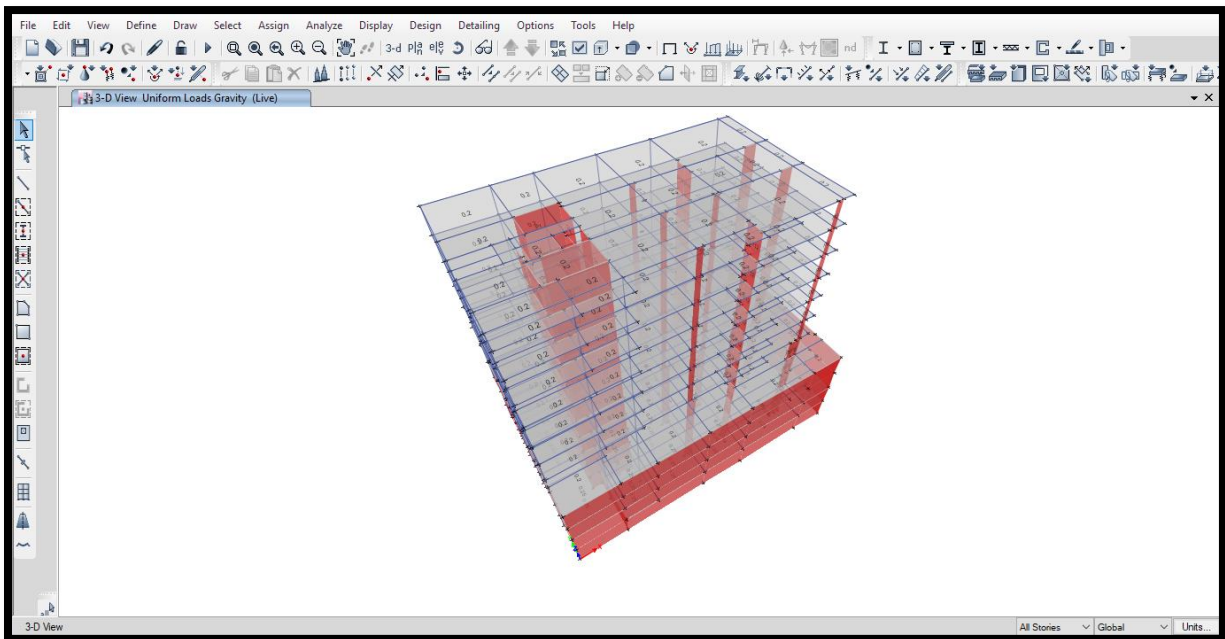


Figura 14. Carga viva aplicada a las losas. (Ton/m²)

3.1.1.7. MODELO ESTRUCTURAL.

El comportamiento dinámico de la estructura se determinó mediante la generación de un modelo matemático que consideró la contribución de los elementos estructurales tales como vigas y columnas en la determinación de la rigidez de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la

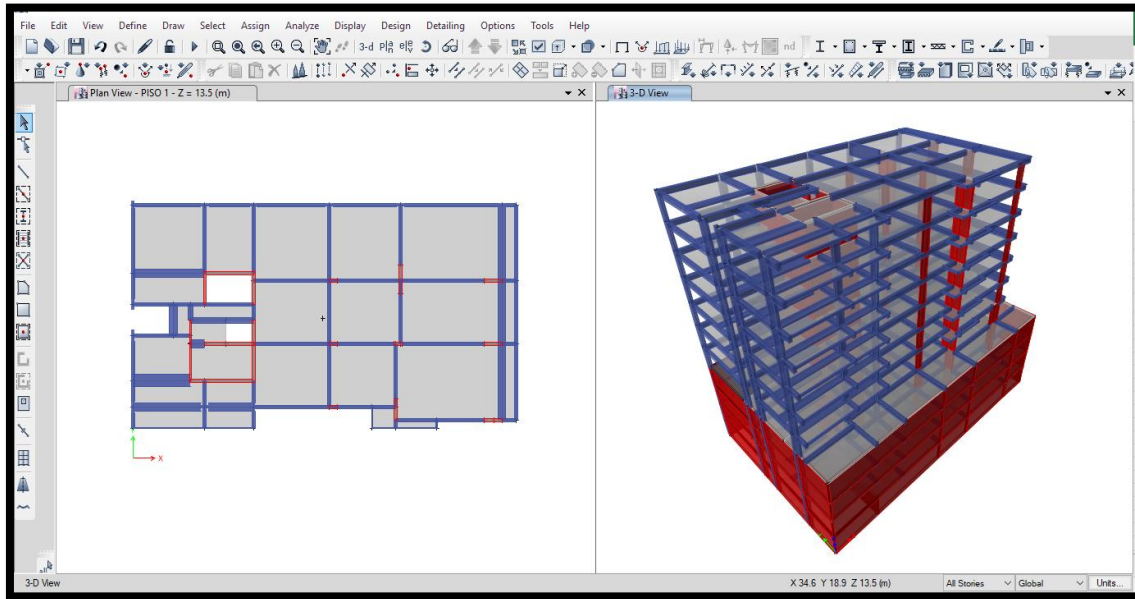


Figura 15. Vista de la edificación.

estructura.

3.1.1.7.1. ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA

- ✓ **Masas de la estructura:** Según los lineamientos establecidos en la Norma de Diseño Sismorresistente E030, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la edificación consideró el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación del **tipo C**.

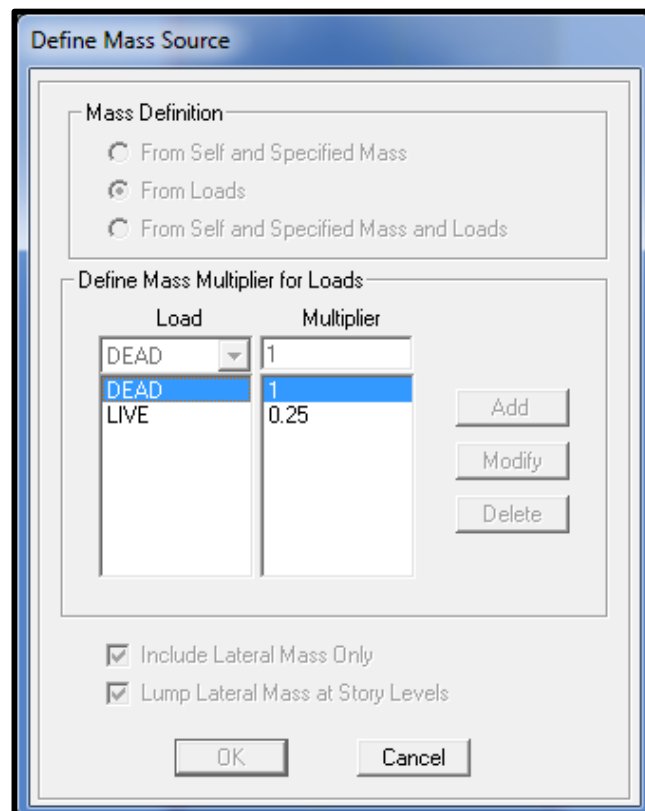


Figura 16. Masa participativa

- ✓ **-Modos de Vibración de la Estructura:** El programa ETABS realiza el cálculo de las frecuencias naturales y los modos de vibración de las edificaciones. En el análisis tridimensional se ha usado la superposición de los 3 primeros modos de vibración por ser los más característicos de la estructura.

Modo 1 – T = 0.8 seg.

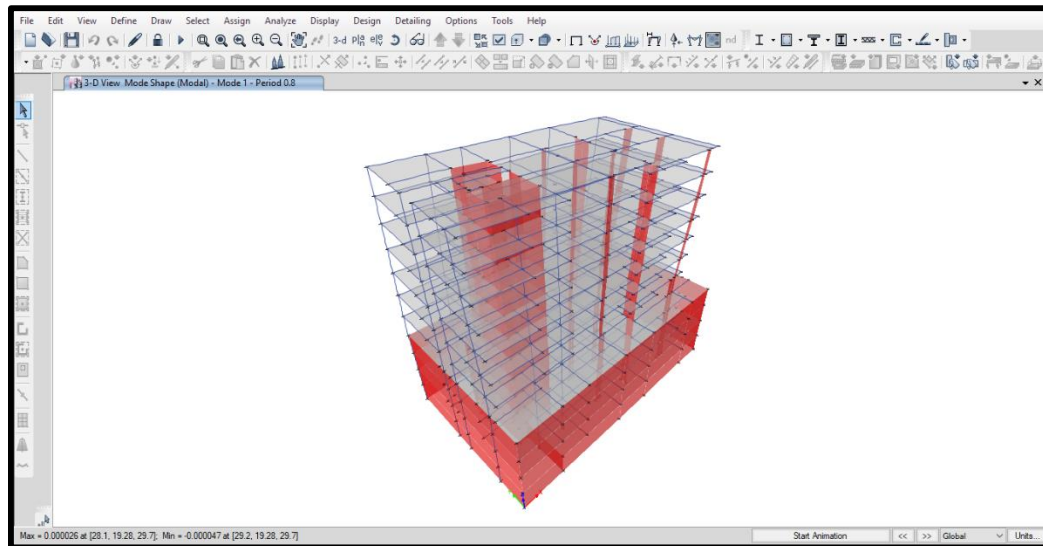


Figura 17. Periodo 1

Modo 2 – T = .718seg

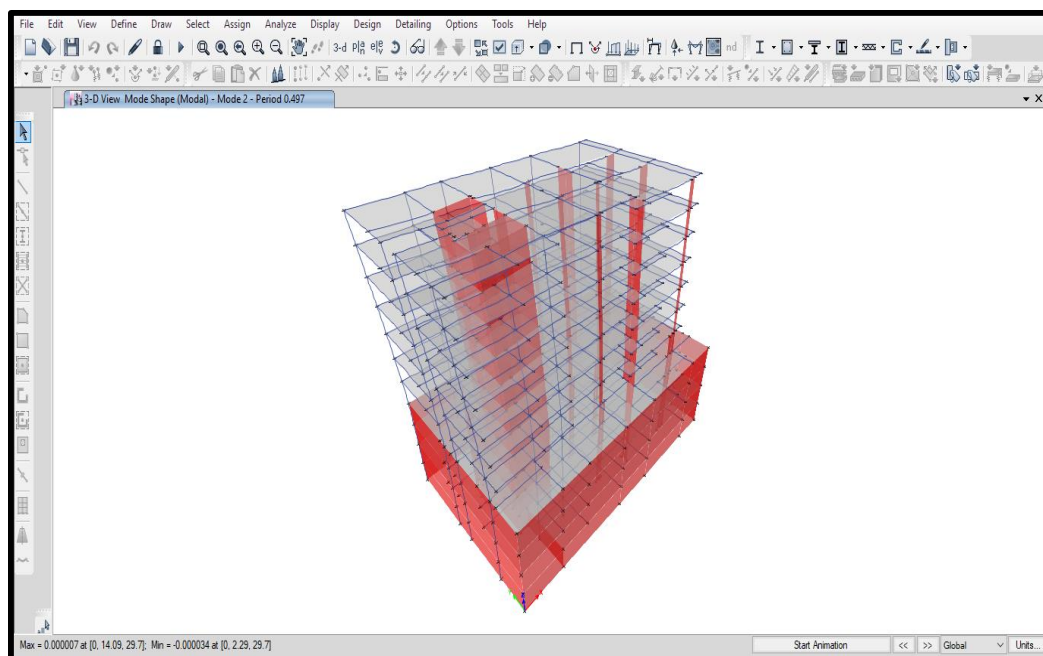


Figura 18. Periodo 2

Modo 3 – T = 0.421 seg.

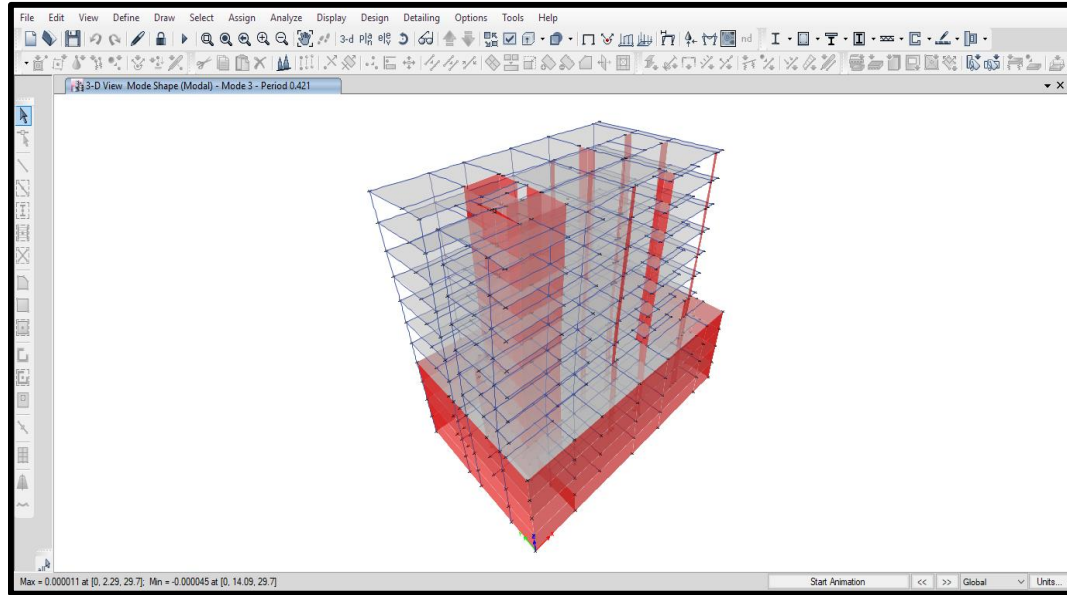


Figura 19. Periodo 3

✓ **Resumen de Periodos predominantes:**

$T_x = 0.497s$ (Modo 2)

$T_y = 0.8 s$ (Modo 1)

3.1.1.8. DESPLAZAMIENTO Y DISTORSIONES

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso hallado según el análisis, no deberá superar la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Tabla 13 - Límite para la distorsión del entrepiso

material predominante	
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
	0.01

Edificio de concreto con
muros de ductilidad
limitada

✓ **Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:**

La Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E-030 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 concreto armado, la distorsión real se obtendrá de la distorsión teórica multiplicada por 0.75.R para estructuras regulares y por 0.85 R para estructuras irregulares.

Se presenta a continuación las máximas distorsiones obtenidas por piso:

Tabla 14 - Máximas derivas para un factor de uso común

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
PISO 7	1.8	2.25	0.001	0.0011
PISO 6	1.53	1.94	0.0011	0.0013
PISO 5	1.25	1.61	0.0011	0.0013
PISO 4	0.96	1.25	0.0011	0.0014
PISO 3	0.67	0.89	0.001	0.0013
PISO 2	0.4	0.54	0.0009	0.0012
PISO 1	0.16	0.22	0.0006	0.0008

Las máximas distorsiones se presentan en el PISOS 6 para la dirección “X” y en el PISO 5 para la dirección “Y”, con valores de 0.0011 y 0.0014 respectivamente.

Eje “X”: $0.0011 \times 6 \times 0.75 = 0.004821 < 0.007 \rightarrow \text{OK CUMPLE}$

Eje “Y”: $0.0014 \times 6 \times 0.75 = 0.0061 < 0.007 \rightarrow \text{OK CUMPLE}$

Finalmente se presentan los desplazamientos máximos y relativos ya multiplicados por el factor R en centímetros:

Tabla 16 - Desplazamiento absoluto del centro de masa

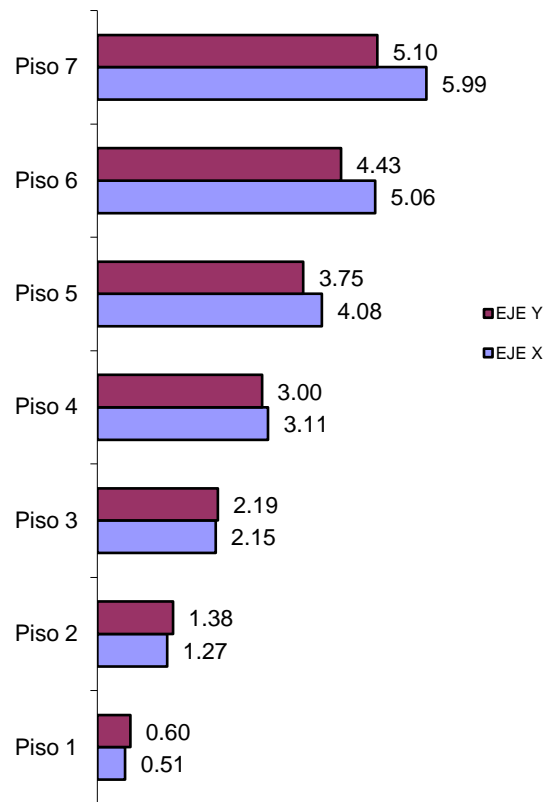
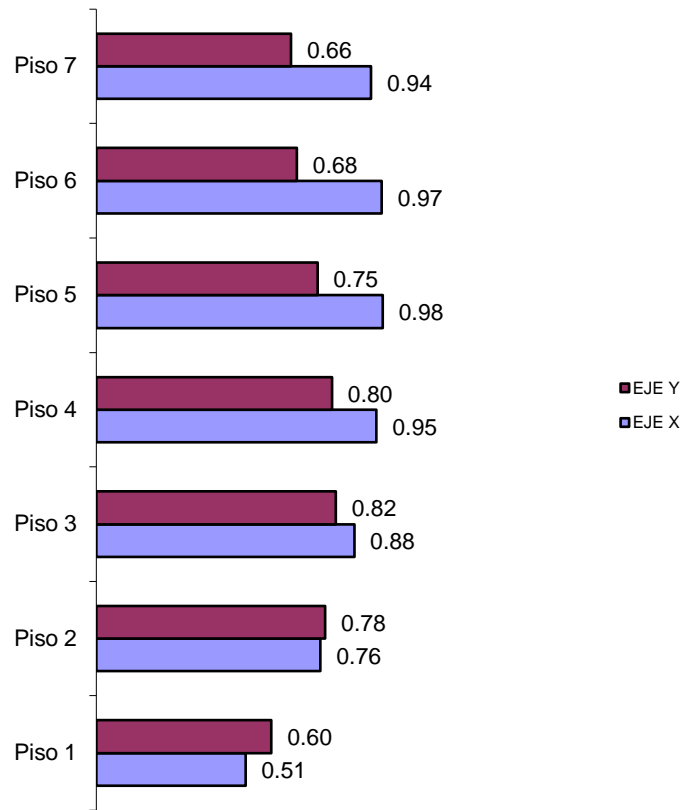


Tabla 15 - Desplazamiento relativo del centro de masa



Se observa que todos los valores están por debajo del máximo establecido que en este caso sería de $0.98 / 270\text{cm} = 0.0036 < 0.007$ para "X" y para el caso de "Y" sería de $0.80 / 270\text{cm} = 0.00296 < 0.007$ encontrándose los desplazamientos por sismo dentro el rango especificado por el RNE.

3.1.1.9. VERIFICACIÓN DE CORTANTE EN LA BASE:

PESO DE LA EDIFICACIÓN

Tabla 17 - Cálculo de peso

STORY	LOAD	FX	FY	FZ
PISO 1	DEAD	0	0	3006.99
PISO 1	LIFE	0	0	628.97

El peso de la edificación es de **3164.23 Ton. (100%CM+25%CV)**

ANÁLISIS ESTÁTICO

Z = 0.45; U = 1.00; Cx= 1,65; Cy= 1.47; S = 1.00; R = 6.00; P =3164.23 Ton

V_x = 391.57 Ton

V_y = 348.85 Ton

ANÁLISIS DINÁMICO

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SISMO Max	Top	0	352.8059	360.2688
PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	352.8059	360.2688

Figura 20. cortante basal dinámico: V_{x-x} 352.80ton; V_{y-y} = 360.26 ton.

Las fuerzas cortantes en la base del edificio no podrán ser menores que el 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor del 90% para estructuras irregulares.

Tabla 18 - Verificación de cortante basal

	V _x	V _y
Vestático	391.57	348.85
Vdinámico	352.8	360.26
V din./V est.	0.8	0.8
Fact. Mín.	0.9	1.03
Fact. Amp.	1	1

Con las fuerzas sísmica cumplen con los requisitos de la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se realizará la verificación por resistencia de los muros, columnas y vigas.

3.1.2. ESTRUCTURA “B”

3.1.2.1. METRADO DE CARGAS

3.1.2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se muestra a continuación los materiales que conformarán la estructura y las especificaciones de estos:

Concreto Armado:

- Resistencia del concreto $f'c = 280 \text{Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 250998.008 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f'c})$
- Resistencia del concreto $f'c = 350 \text{Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 280624.30 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f'c})$
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- Módulo de Corte: 905711 Ton/m^2

Acero de Refuerzo:

- Resistencia a la fluencia del acero $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.1.2.1.2. CARGAS DE DISEÑO

Cargas por peso propio (D): Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, y otros elementos que forman parte de la edificación y que son consideradas permanentes.

- Peso propio elementos de concreto armado = 2400 Kg/m^3
- Peso propio piso terminado = 100 Kg/m^2
- Peso propio piso tabiquería = 200 Kg/m^2
-

Cargas vivas (L): Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

- Sobrecarga de sótanos = 250 Kg/m^2
- Sobrecarga de piso típico = 200 Kg/m^2
- Sobrecarga en pasillos y escaleras = 400 Kg/m^2
- Sobrecarga de azotea = 150 Kg/m^2

Cargas producidas por sismo (EQ): Son las cargas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la Norma de Diseño Sismorresistente E030.

Según Norma Peruana de Estructuras $S_a = \frac{Z*U*C*S*g}{R}$

3.1.2.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

PELIGRO SÍSMICO

ZONIFICACIÓN

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Actualmente tenemos 4 zonas, a cada una de estas se le asigna un factor. Este representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de ser excedida de 10% en 50 años de exposición.

Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto (Lima) corresponde a la zona 4, correspondiéndole un factor de $Z = 0.45$.

PARÁMETROS DE SUELO

Para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Según el EMS tenemos un tipo de suelo muy rígido (S1), por lo que para efectos de la evaluación se considerara el factor de suelo $S1 = 1.00$, un periodo de suelo $T_p = 0.40$ seg y $T_L = 2.50$.

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad \rightarrow \quad C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \quad \rightarrow \quad C = 2.50 (T_p / T)$$

$$T > T_L \quad \rightarrow \quad C = 2.50 (T_p \times T_L) / T^2$$

T es el período fundamental de vibración, se define por la siguiente fórmula:

$$T = h_n / CT$$

Dónde: h_n = altura del edificio, CT = factor definido por el tipo de estructura.

$$T = 27.2/60 \rightarrow T = 0.45 < T_p$$

Entonces el factor C estará definido por: $\rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow$ (Análisis estático).

$\rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow$ (Análisis dinámico)

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión. (Ley de Rayleigh)

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)}}$$

En donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a la fuerza f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisura.
- P_i peso del nivel X .

$$T_x = 0.84 \rightarrow T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow C_x = 1.24$$

$$T_y = 0.93 \rightarrow T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 (T_p / T) \rightarrow C_y = 1.09$$

Entonces el factor C estará definido por: $\rightarrow C_x = 1.61 \quad \rightarrow$ (Análisis estático)

$\rightarrow C_x = 1.43 \quad \rightarrow$ (Análisis dinámico)

3.1.2.3. CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1.2.3.1 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la norma E.030. Para el presente proyecto la categoría de la edificación es **“A2” (Edificación Esencial)** y el factor correspondiente es **U = 1.50**.

3.1.2.3.2. SISTEMAS ESTRUCTURALES

Se verifica la resistencia sísmica que actúa en los muros, sí es mayor que el 70% de la fuerza cortante en la base será un sistema de muros estructurales, sí se encuentra entre el 20% y 70% será un sistema dual, y los pórticos deberán estar diseñados para resistir por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base. En caso se tengan muros estructurales estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
▶	PISO 1	SISMO Max	Top	0	543.9174	554.4311
	PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	543.9174	554.4311

Figura 21. Cortante dinámica para un espectro con un factor de uso esencial (U=1.50)

Tabla 19 - Obtención de la cortante de las placas para el eje X

Pier	Load Case/Combo	V2
PX1	SISMO Max	142.33
PX2	SISMO Max	100.2
PX3	SISMO Max	230.06
PX4	SISMO Max	30.67
PX5	SISMO Max	27.13
$\sum V_y =$		530.4

Se obtienen cortantes para luego ser divididas entre la cortante total en el eje

Se verifica que:

$$\sum V_x / V_x = 530.40 / 543.91 \times 100\% = 98\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Tabla 20 - Obtención de la cortante de las placas para el eje Y

Pier	Load Case/Combo	V2
PY1	SISMO Max	35.6
PY2	SISMO Max	40.54
PY3	SISMO Max	98.23
PY4	SISMO Max	165.32
PY5	SISMO Max	125.63
PY6	SISMO Max	33.09
PY7	SISMO Max	38.78
$\sum V_x =$		537.19

$$\sum V_y / V_y = 537.19 / 554.43 \times 100\% = 97\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. De acuerdo con la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Para este caso, el sistema predominante en la dirección X-X y Y-Y es un sistema de muros estructurales el cual le corresponde un coeficiente básico de reducción **R_o = 6.00**.

3.1.2.4. REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir con restricciones en la norma.
- Establecer procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

El factor R estará definido por $R = R_o \times L_a \times L_p$.

3.1.2.4.1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez, cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.

Promedio distorsiones en “X”.

Tabla 21 - Promedio de derivas en el sentido X

PISO	DRIFT-X1	DRIFT-X2	DRIFT-X3	DRIFT-X4	PROM.X
PISO 7	0.0015	0.0015	0.0016	0.0015	0.0016
PISO 6	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0017
PISO 5	0.0017	0.0017	0.0017	0.0016	0.0017
PISO 4	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0017
PISO 3	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014	0.0015
PISO 2	0.0014	0.0014	0.0013	0.0012	0.0014
PISO 1	0.001	0.001	0.0009	0.0008	0.0009

Se obtiene las derivas en los 4 puntos de la estructura para luego sacar el promedio

Promedio distorsiones en “Y”.

Tabla 22 - Promedio de derivas en el sentido Y

PISO	DRIFT-Y1	DRIFT-Y2	DRIFT-Y3	DRIFT-Y4	PROME.Y
PISO 7	0.0018	0.0017	0.0017	0.0018	0.0018
PISO 6	0.002	0.0019	0.0019	0.002	0.0019
PISO 5	0.002	0.0021	0.0021	0.002	0.0021
PISO 4	0.002	0.0022	0.0022	0.002	0.0021
PISO 3	0.0019	0.0022	0.0022	0.0019	0.002
PISO 2	0.0016	0.0021	0.0021	0.0016	0.0018
PISO 1	0.001	0.0016	0.0016	0.001	0.0013

Se obtiene las derivas en los 4 puntos de la estructura para luego sacar el promedio

VERIFICACIÓN 1. Sí es menor que 0.70 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, será irregular.

Tabla 23 - Verificación 1 para piso blando

NIVEL	RIGIDEZ- X	RIGIDEZ- Y	$X_a/(X_{a+1}) < 0.70$	Conclusion	$Y_a/(Y_{a+1}) < 0.70$	Conclusion
PISO 7	403.3243	391.4608	-	-	-	-
PISO 6	678.827	648.5604	1.68	REGULAR	1.66	REGULAR
PISO 5	894.3346	824.1455	1.32	REGULAR	1.27	REGULAR
PISO 4	1087.7729	954.8685	1.22	REGULAR	1.16	REGULAR
PISO 3	1315.9774	1086.743	1.21	REGULAR	1.14	REGULAR
PISO 2	1635.8762	1277.21	1.24	REGULAR	1.18	REGULAR
PISO 1	2523.3267	1901.7784	1.54	REGULAR	1.49	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

VERIFICACIÓN 2. Sí es menor que 0,80 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes será irregular.

Tabla 24 - Verificación 2 para piso blando

NIVEL	RIGIDEZ- X	RIGIDEZ- Y	$X_a/X_{prom} < 0.80$	Conclusion	$Y_a/Y_{prom} < 0.80$	Conclusion
PISO 7	403.3243	391.4608	-	-	-	-
PISO 6	678.827	648.5604	5.05	-	4.97	-
PISO 5	894.3346	824.1455	2.48	-	2.38	-
PISO 4	1087.7729	954.8685	1.65	REGULAR	1.54	REGULAR
PISO 3	1315.9774	1086.743	1.48	REGULAR	1.34	REGULAR
PISO 2	1635.8762	1277.21	1.49	REGULAR	1.34	REGULAR
PISO 1	2523.3267	1901.7784	1.87	REGULAR	1.72	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA – PISO DÉBIL

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

Tabla 25 - Verificación piso débil

PISO	Vx	Vy	Xa/(Xa+1)<80%	Conclusion	Ya/(Ya+1)<80%	Conclusion
PISO 7	153.91	137.24	-	-	-	-
PISO 6	271.66	256.87	176.51%	REGULAR	187.17%	REGULAR
PISO 5	358.53	354.22	131.98%	REGULAR	137.90%	REGULAR
PISO 4	427.1	430.81	119.13%	REGULAR	121.62%	REGULAR
PISO 3	481.18	489.23	112.66%	REGULAR	113.56%	REGULAR
PISO 2	521.99	531.61	108.48%	REGULAR	108.66%	REGULAR
PISO 1	543.92	554.43	104.20%	REGULAR	104.29%	REGULAR

Se verifica que la estructura NO presenta esta irregularidad.

SE TOMARÁ EL FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA: $L_a = 1.00$.

3.1.2.4.2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

IRREGULARIDAD TORSIONAL E IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, 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.

El factor de 1,3 cambiará a 1.5 para la verificación de irregularidad torsional extrema. Estos criterios sólo se aplican en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.

A continuación, se verifican las relaciones $\Delta_{max.ext.X}/\Delta_{prom.ext.X}$ “X” y $\Delta_{max.ext.Y}/\Delta_{prom.ext.Y}$ las cuales podrán ser mayores que 1.30 (estructura con

irregularidad torsional), más no mayor que 1.50 (estructura con irregularidad torsional extrema).

Tabla 26 - Verificación irregularidad torsional

PISO	Δ promedio		D. Relativos en Δ promedio		Δ maximo		D. Relativos en Δ maximo		$\Delta_{max.X}/\Delta_{prom.X}$	$\Delta_{max.Y}/\Delta_{prom.Y}$	CONCLUSIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			X	Y
PISO 7	2.78	3.47	0.41	0.47	2.85	3.64	0.41	0.45	0.99	0.95	REG.	REG.
PISO 6	2.36	3	0.44	0.52	2.44	3.19	0.44	0.51	1	0.98	REG.	REG.
PISO 5	1.92	2.48	0.45	0.55	2	2.69	0.46	0.55	1.02	1	REG.	REG.
PISO 4	1.47	1.94	0.45	0.56	1.54	2.14	0.46	0.58	1.03	1.03	REG.	REG.
PISO 3	1.03	1.38	0.42	0.54	1.08	1.56	0.44	0.58	1.05	1.07	REG.	REG.
PISO 2	0.61	0.83	0.37	0.49	0.65	0.98	0.39	0.56	1.06	1.13	REG.	REG.
PISO 1	0.25	0.34	0.25	0.34	0.26	0.42	0.26	0.42	1.07	1.22	REG.	REG.

Se verifica que la estructura **NO** presenta irregularidad torsional. Por lo tanto, se dará un factor de 1.00.

ESQUINAS ENTRANTES

La estructura **NO** presenta esquinas entrantes, por lo tanto, **NO** califica como irregular. Se da un factor de **1.00**.

DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

La estructura **NO** presenta discontinuidad de diafragma, por lo tanto, **NO** califica como irregular. Se da un factor de **1.00**.

SISTEMAS NO PARALELOS

Como podemos observar en planta la estructura no califica como irregular.

SE TOMARÁ EL MENOR FACTOR DE IRREGULARIDAD: $L_p=1.00$.

El factor R estará definido por $R = 6 \times 1.00 \times 1.0 \rightarrow R = 6.00$

3.1.2.5. ESPECTRO DE ACELERACIONES

Para el análisis dinámico se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones:

Dónde:

- $Z = 0.45$ (Zona 4 – Lima)
- $U = 1.00$ (**Categoría A2: Edificación uso esencial**)
- $S = 1.00$ ($T_p = 0.40$ Suelo rígido)
- $g = 9.81$ (Aceleración de la gravedad m/s²)
- $R = 6.00$ (Sistema de muros estructurales)

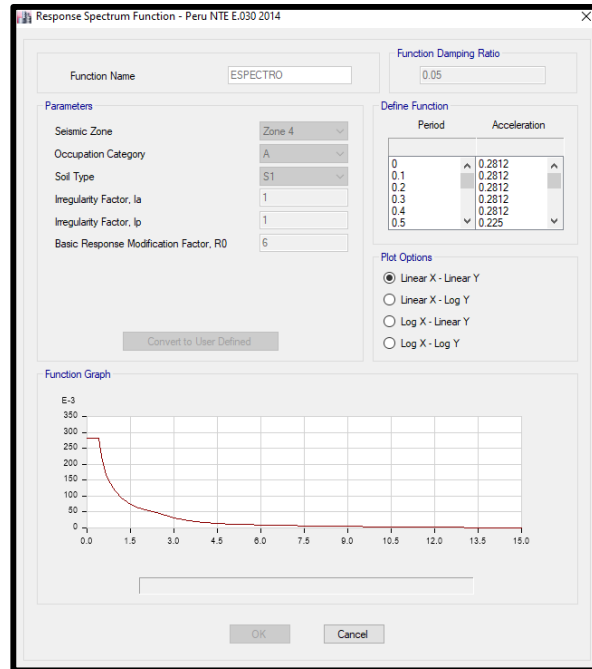


Figura 22. Espectro para el parámetro de uso esencial ($U=1.50$)

3.1.2.6. INTRODUCCIÓN DE DATOS AL ETABS.

✓ **Combinaciones de Cargas Empleadas:**

Las combinaciones de cargas usadas para la verificación de los elementos de concreto de la estructura son las siguientes:

Para elementos de concreto armado:

COMB1: $1.40D + 1.70L$

COMB2, 3: $1.25D + 1.25L \pm S_x$

COMB4, 5: $1.25D + 1.25L \pm S_y$

COMB6, 7: $0.90D \pm S_x$

COMB8, 9: $0.90D \pm S_y$

Dónde:

D: Carga permanente.

L: Carga Viva.

EQ: sismo.

✓ **Introducción Gráfica de Cargas al ETABS:**

Carga Muerta (D)

Se muestran las cargas asignadas a la estructura correspondiente a las cargas asignadas a las losas; internamente el programa distribuye estas últimas a las vigas y estas a su vez a las columnas.

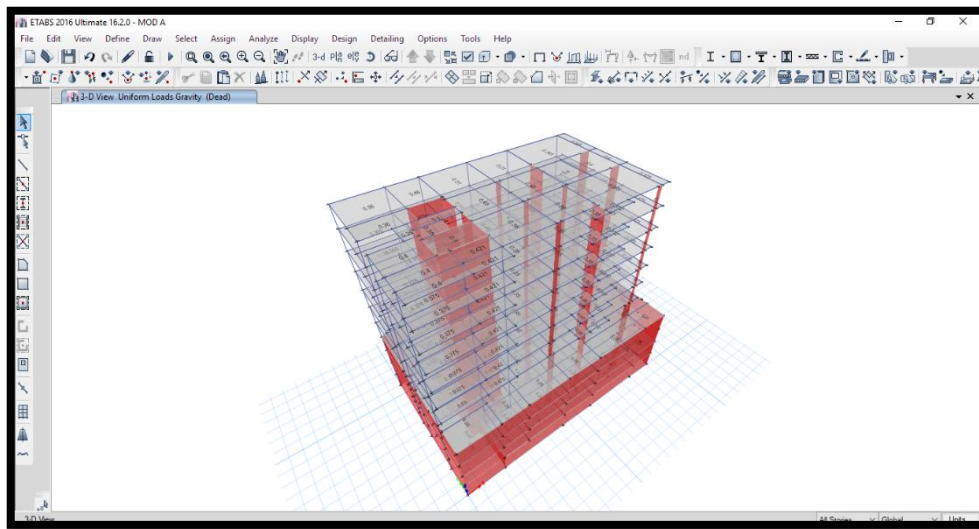


Figura 23. Carga muerta aplicada a las losas. (Ton/m²)

Carga Viva (L)

El siguiente gráfico muestra las sobrecargas introducidas en el modelo.

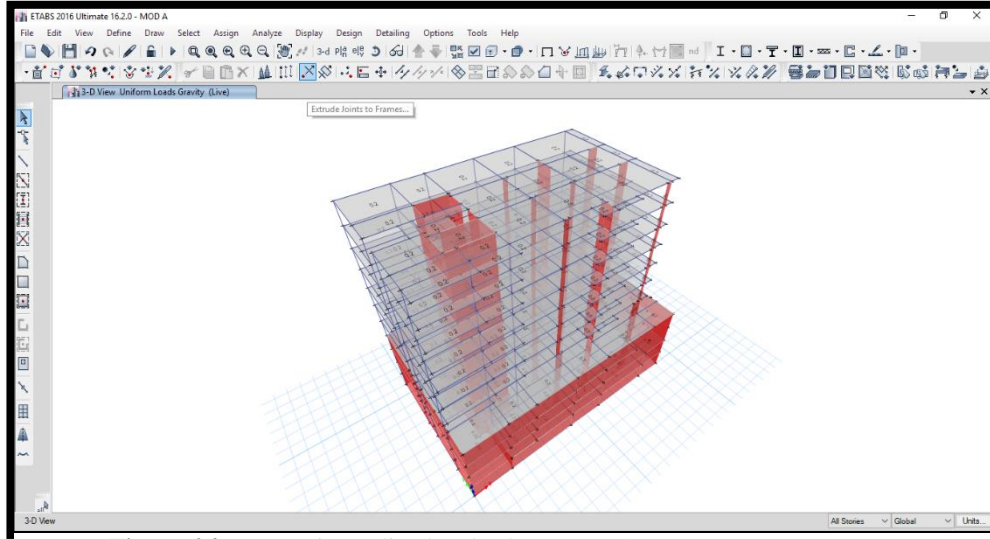


Figura 24. Carga viva aplicada a las losas. (Ton/m2)

3.1.2.7. MODELO ESTRUCTURAL.

El comportamiento dinámico de la estructura se determinó mediante la generación de un modelo matemático que consideró la contribución de los elementos estructurales tales como vigas y columnas en la determinación de la rigidez de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

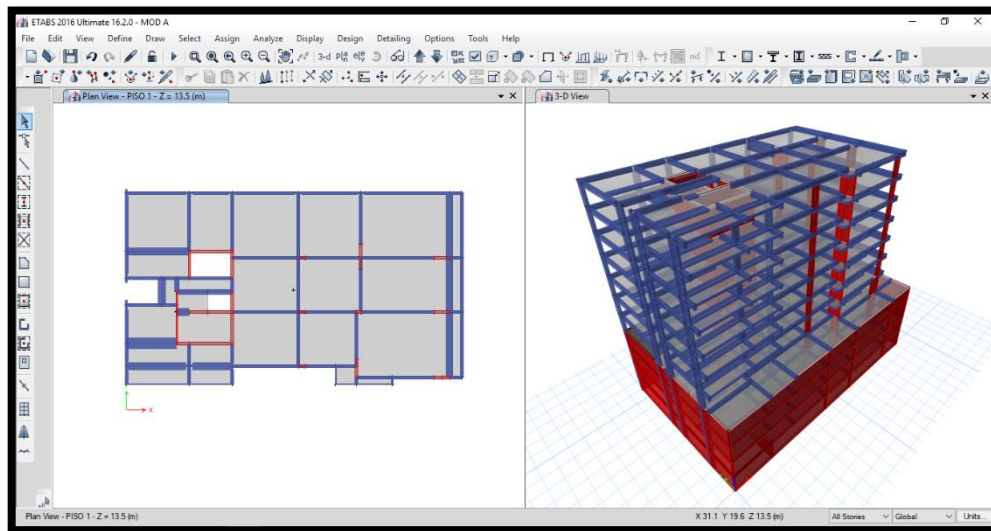


Figura 25. Vista de la edificación.

3.1.2.7.1. ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA

- ✓ **Masas de la estructura:** Según los lineamientos establecidos en la Norma de Diseño Sismorresistente E030, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la edificación consideró el 100% de la carga muerta y el 50% de la carga viva, por tratarse de una edificación del **tipo A**.

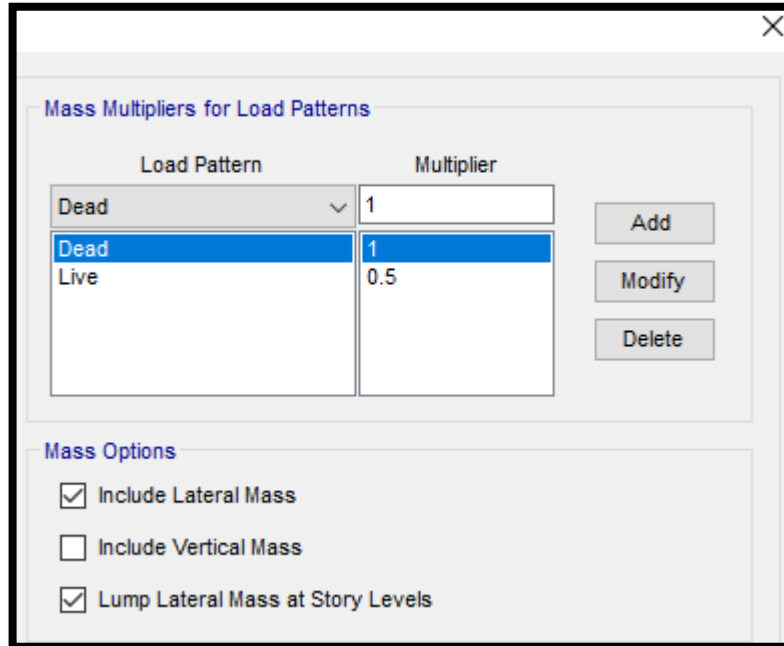


Figura 26. Masa participativa para un factor de uso esencial ($U=1.50$)

- ✓ **-Modos de Vibración de la Estructura:** El programa ETABS se realiza el cálculo de las frecuencias naturales y los modos de vibración de las edificaciones. En el análisis tridimensional se ha usado la superposición de los 3 primeros modos de vibración por ser los más característicos de la estructura.

Modo 1 – T = 0.821 seg.

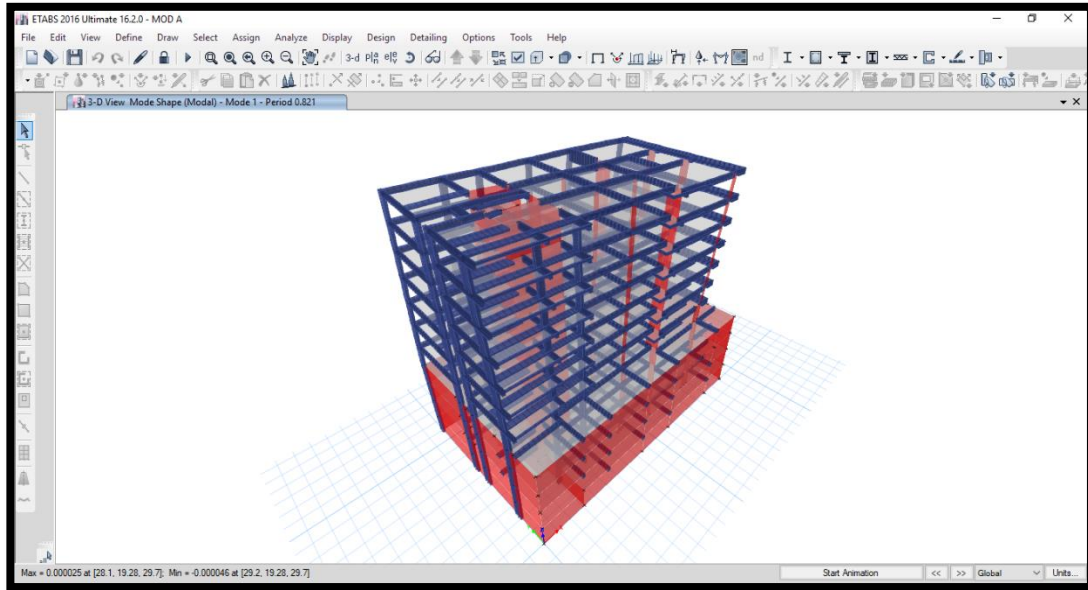


Figura 27. Periodo 1

Modo 2 – T = 0.509seg

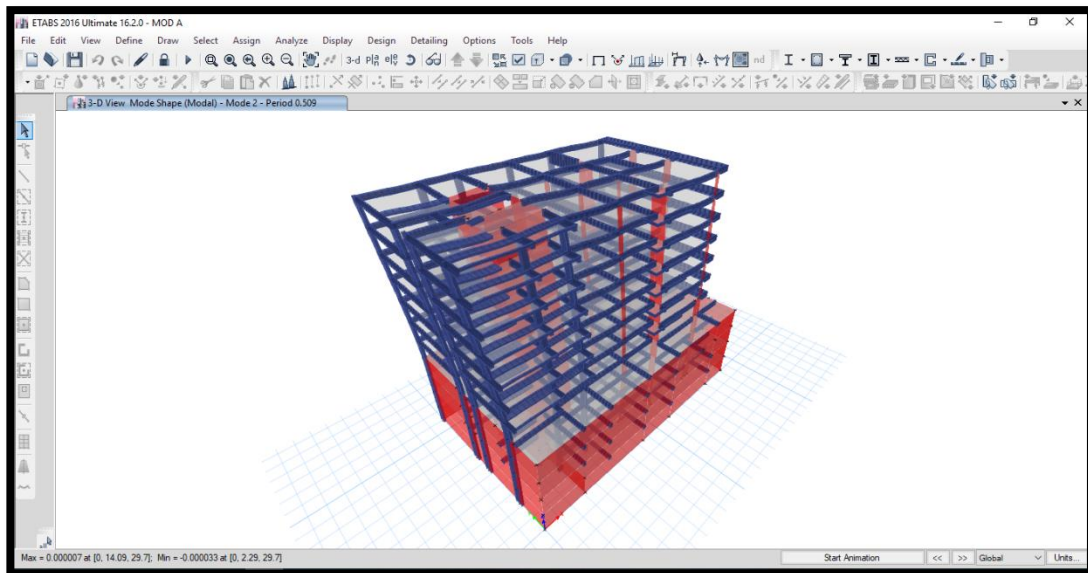


Figura 28. Periodo 2

Modo 3 – T = 0.431 seg.

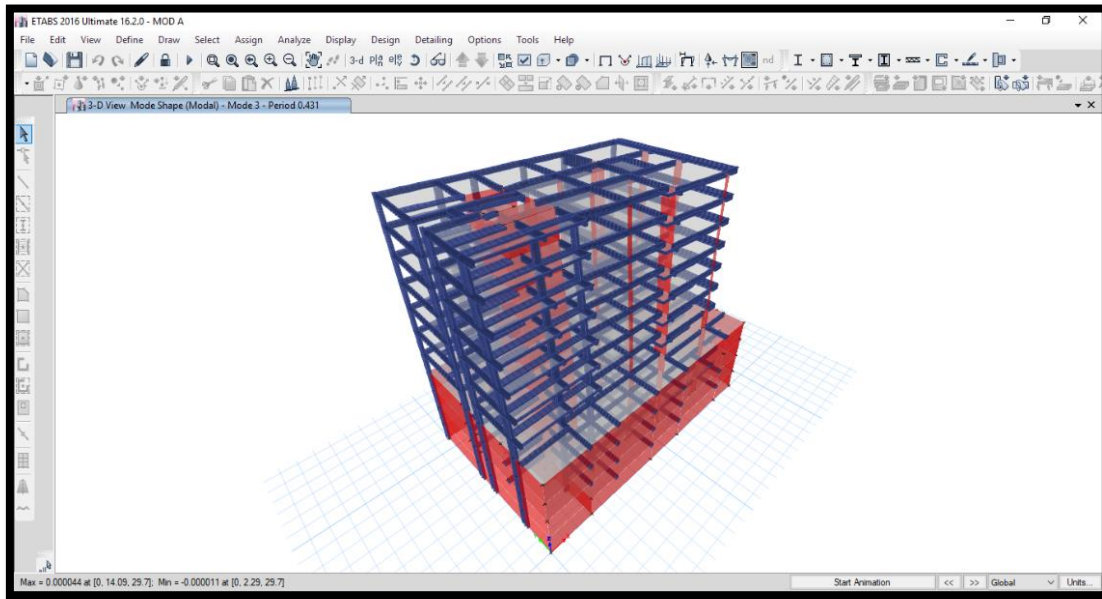


Figura 29. Periodo 3

✓ **Resumen de Periodos predominantes:**

$T_x = 0.509s$ (Modo 2)

$T_y = 0.821s$ (Modo 1)

3.1.2.8. DESPLAZAMIENTO Y DISTORSIONES

4. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso hallado según el análisis, no deberá superar la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Tabla 27 - Límite para la distorsión del entrepiso

material predominante	
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificio de concreto con muros de ductilidad limitada	0.01

✓ **Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:**

La Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E-030 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 concreto armado, la distorsión real se obtendrá de la distorsión teórica multiplicada por 0.75.R para estructuras regulares y por 0.85 R para estructuras irregulares.

Se presenta a continuación las máximas distorsiones obtenidas por piso:

Tabla 28 - Máximas derivas para un factor de uso esencial

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
PISO 7	2.78	3.47	0.0016	0.0018
PISO 6	2.36	3	0.0017	0.0019
PISO 5	1.92	2.48	0.0017	0.0021
PISO 4	1.47	1.94	0.0017	0.0021
PISO 3	1.03	1.38	0.0015	0.002
PISO 2	0.61	0.83	0.0014	0.0018
PISO 1	0.25	0.34	0.0009	0.0013

Las máximas distorsiones se presentan en el PISOS 6 para la dirección “X” y en el PISO 5 para la dirección “Y”, con valores de 0.0018 y 0.0022 respectivamente.

Eje “X”: $0.0017 \times 6 \times 0.75 = 0.00743 < 0.007 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$

Eje “Y”: $0.0021 \times 6 \times 0.75 = 0.0094 < 0.007 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$

Finalmente se presentan los desplazamientos máximos y relativos ya multiplicados por el factor R en centímetros:

Tabla 30 - Desplazamiento absoluto del centro de masa

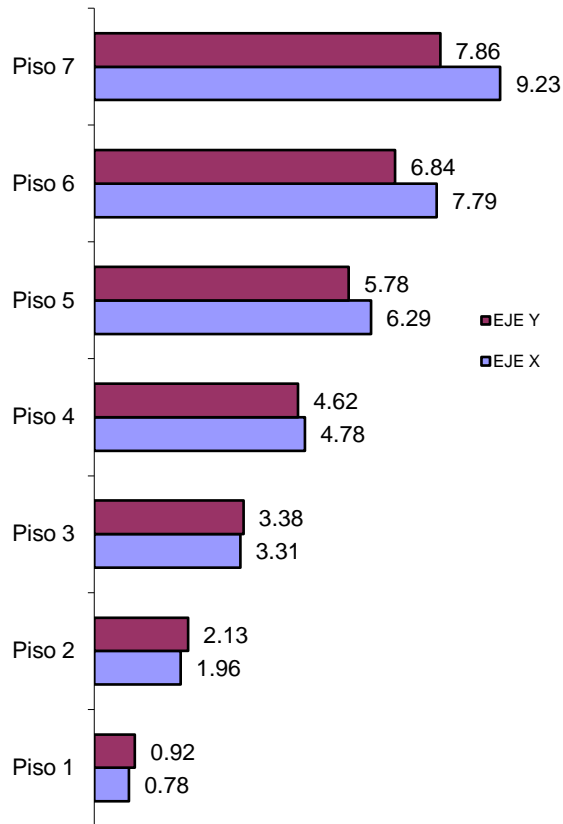
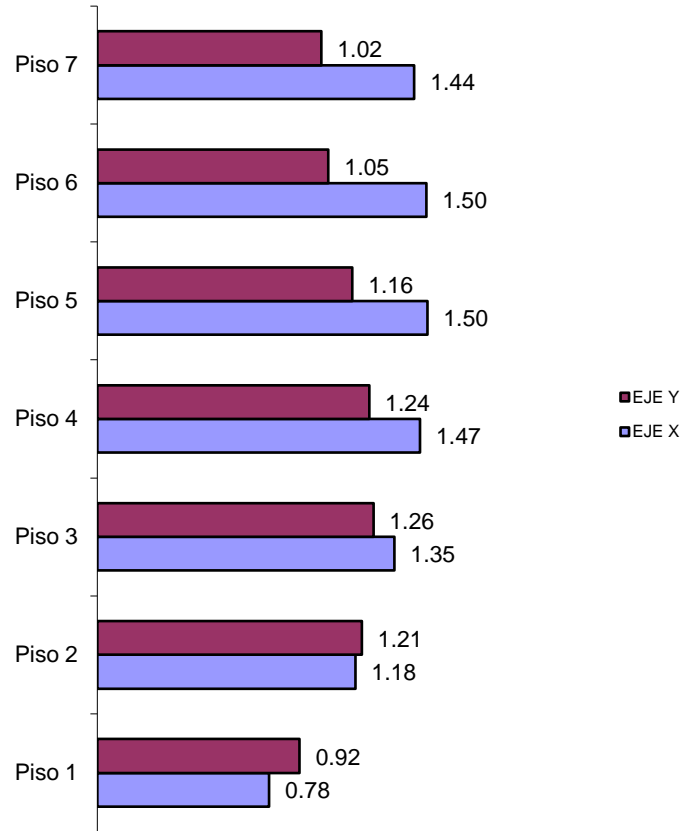


Tabla 29 - Desplazamiento relativo del centro de masa



Se observa que todos los valores están por debajo del máximo establecido que en este caso sería de $1.50/270\text{cm} = 0.0055 < 0.007$ para “X” y para el caso de “Y” sería de $1.26/270\text{cm} = 0.0050 < 0.007$ encontrándose los desplazamientos por sismo dentro el rango especificado por el RNE.

4.1.2.4. VERIFICACIÓN DE CORTANTE EN LA BASE:

PESO DE LA EDIFICACIÓN

Tabla 31 - Cálculo de peso

STORY	LOAD	FX	FY	FZ
PISO 1	DEAD	0	0	3006.99
PISO 1	LIFE	0	0	628.97

El peso de la edificación es de **3321.48 Ton. (100%CM+50%CV)**

ANÁLISIS ESTÁTICO

Z = 0.45; U = 1.50; Cx= 1.61; Cy= 1.43; S = 1.00; R = 6.00; P = 3321.48 Ton

V_x = 601.00Ton

V_y = 534.35 Ton

ANÁLISIS DINÁMICO

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SISMO Max	Top	0	543.9174	554.4311
PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	543.9174	554.4311

Figura 30. Cortante basal dinámico: V x-x 543.91 ton; V y-y = 554.43 ton.

Las fuerzas cortantes en la base del edificio no podrán ser menores que el 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor del 90% para estructuras irregulares.

Tabla 32 - Verificación de cortante basal

	V _x	V _y
Vestático	601	543.35
Vdinámico	543.91	554.43
V din./V est.	0.8	0.8
Fact. Mín.	0.9	0.98
Fact. Amp.	1	1

Luego en el programa ETABS se realiza el escalonamiento de las fuerzas sísmicas para cada dirección, de acuerdo a los valores detallados.

Con las fuerzas sísmicas escaladas, y cumpliendo los requisitos de la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se realizará la verificación por resistencia de los muros, columnas y vigas.

4.1.3. RESULTADOS ANALISIS DINAMICO MODIFICANDO EL FACTOR DE USO DE COMUN A IMPORTANTE.

Se muestra el cuadro comparativo entre en análisis con factor de uso común y esencial. En el cuadro se resalta con rojo los pisos que no cumplen con las derivas máximas de .007 indicada en la norma E-030. Según los resultados la edificación requiere un reforzamiento estructural.

Tabla 33 - Comparación de derivas de común y esencial.

STORY	USO COMUN U=1		CONCLUSION		USO ESENCIAL U=1.5		CONCLUSION	
	DRIFT-X	DRIFT-Y	X	Y	DRIFT-X	DRIFT-Y	X	Y
PISO 7	0.0045	0.00495	PASA	PASA	0.0072	0.0081	NO PASA	NO PASA
PISO 6	0.00495	0.00585	PASA	PASA	0.00765	0.00855	NO PASA	NO PASA
PISO 5	0.00495	0.00585	PASA	PASA	0.00765	0.00945	NO PASA	NO PASA
PISO 4	0.00495	0.0063	PASA	PASA	0.00765	0.00945	NO PASA	NO PASA
PISO 3	0.0045	0.00585	PASA	PASA	0.00675	0.009	NO PASA	NO PASA
PISO 2	0.00405	0.0054	PASA	PASA	0.0063	0.0081	PASA	NO PASA
PISO 1	0.0027	0.0036	PASA	PASA	0.00405	0.00585	PASA	PASA

4.2. ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA

3.2.1. Acelerogramas para espectro de diseño

El análisis dinámico tiempo historia consiste en calcular la respuesta dinámica de una determinada edificación en diferentes intervalos de tiempo, utilizando registros de acelerogramas reales o sintéticos.

Para el diseño y el análisis de todas las estructuras con sistema de amortiguamiento sísmico, se emplearán los registros de acelerogramas apropiadamente seleccionados y escalados, estos acelerogramas poseen las características de magnitud, distancia a la falla, mecanismos de falla y efectos del suelo, para la presente investigación se han considerado los 3 registros sísmicos de los terrenos mas severos ocurridos en el Perú en los años 1966, 1970 y 1974.

Tabla 34 - Registros sísmicos utilizados en el análisis tiempo- historia.

SISMO	UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN
03 de octubre de 1974	Parque de la reserva (Lima)
31 de mayo 1970	Parque de la reserva (Lima)
17 de octubre de 1966	Parque de la reserva (Lima)

Tabla 35 - Características de los utilizados

Estación acelerométrica	componentes	Aceleración maxima (cm /seg²)	Duración (seg)
Lima	N - S	178.90	66
	E - W	192.50	
Lima	N - S	104.80	45
	E - W	97.80	
Lima	N - S	269.34	90
	E - W	180.59	

Los Registros sísmicos se encuentran en unidades Gal (cm/s²), para escalar estos datos la norma sugiere utilizar un software especializado, para la presente investigación se utilizó el programa SEISMISIGNAL para realizar la corrección por línea bases y filtrado y a su vez el

SEOSMOMATCH para realizar el escalamiento respectivo al espectro del diseño el cual se considera como el espectro objetivo.

3.2.2. Correcciones

- De línea base

Este proceso se utiliza para impedir la desviación de los Acelerogramas respecto al centro, aplicando al acelerograma una corrección punto a punto igual al promedio aritmético del registro.

- Filtrado de la señal

Es un proceso computacional, o algoritmo que convierte una secuencia de números representada por la señal de entrada en otra secuencia representada por la señal de salida. El proceso de filtrado que se utiliza para descartar elementos frecuenciales no deseados en las señales dadas, el ruido de alta y baja frecuencia que se representa en los sitios de registro, debido a factores como el paso de automóviles, ruido ambiental, entre otros, en consecuencia, la señal principal se superpone a otra señal de cierto nivel logrando ocultar características significativas.

Para este estudio se tomarán las tres señales sísmicas, repitiendo este proceso en tres sentidos (X, Y, Z)

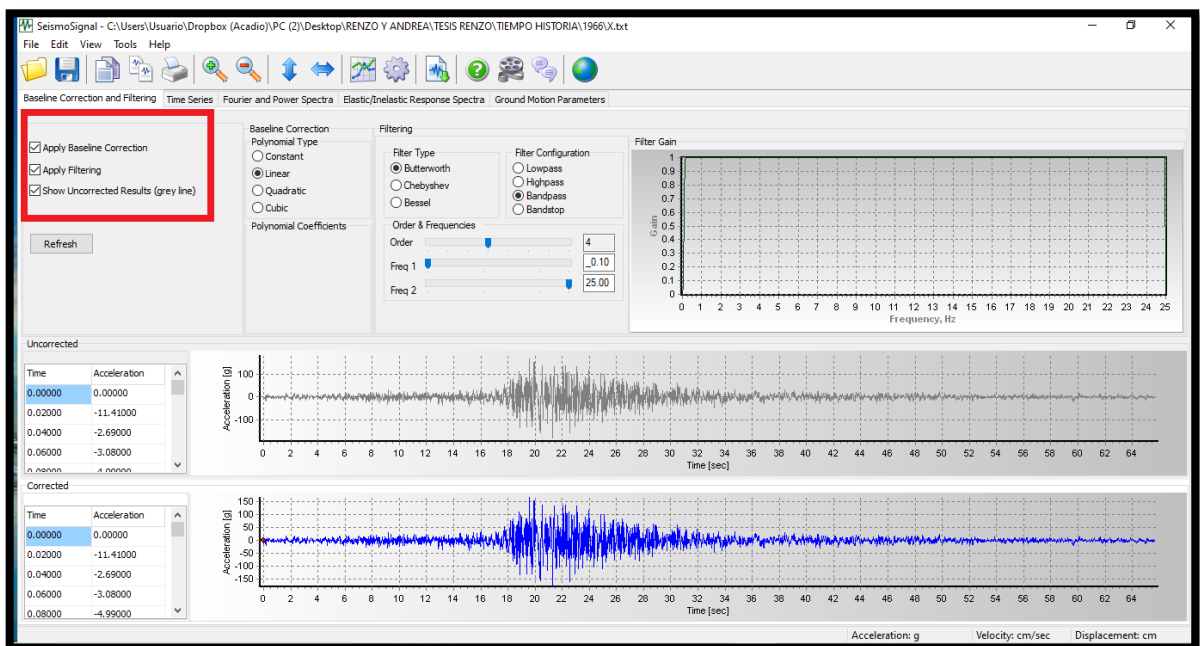


Figura 31. Se muestra cuadros para realizar la corrección por línea base de los registros sísmicos Salleres Untiveros, Renzo Antonio

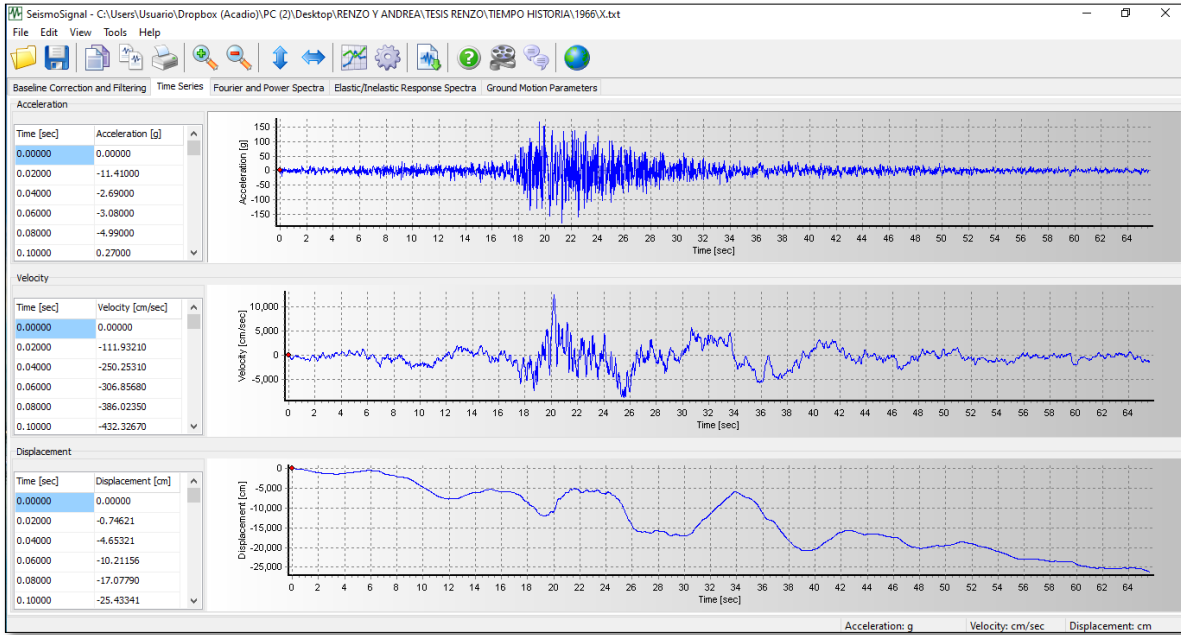


Figura 32. Registros acelero métricos sin corregir.

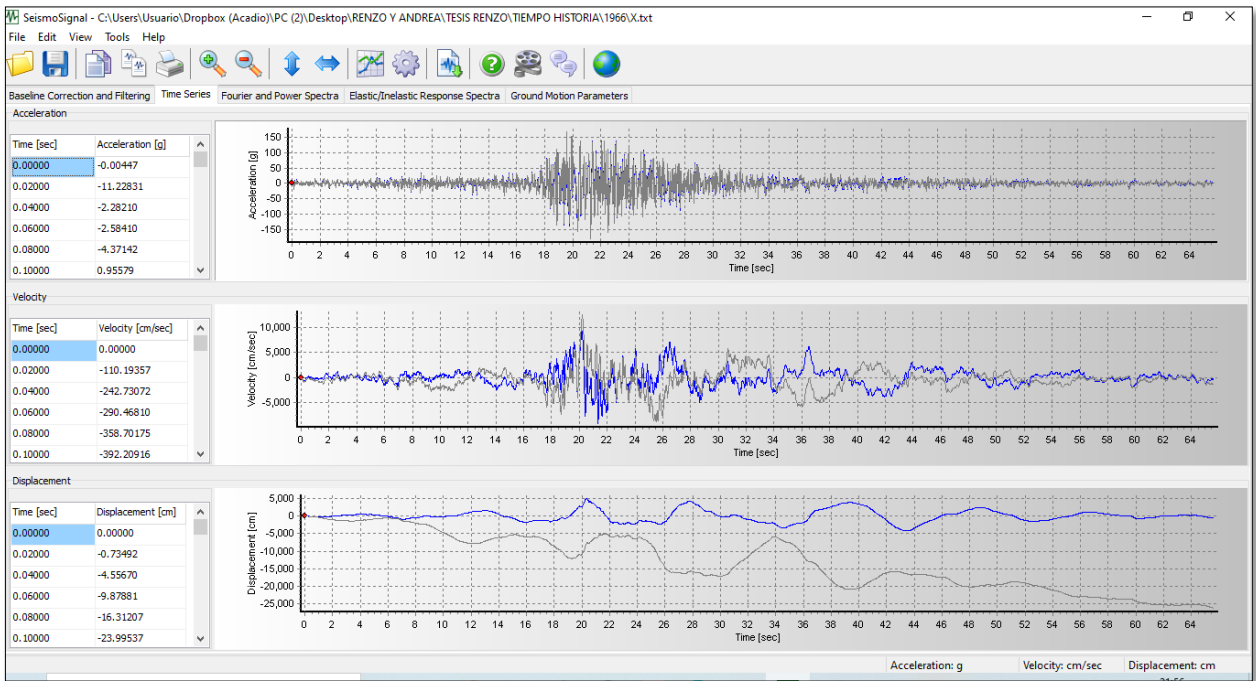


Figura 33. Corrección por línea base de los registros sísmicos.

3.2.3. Escalamiento de Acelerogramas

Se procede a escalar los acelerogramas previamente corregidos, al espectro de diseño con la utilización del software SismoMatch, de modo que se muestra el espectro de diseño para uno de los sismos en estudio en este caso con el sismo de año 1974 y este proceso se repetirá para los otros dos casos.

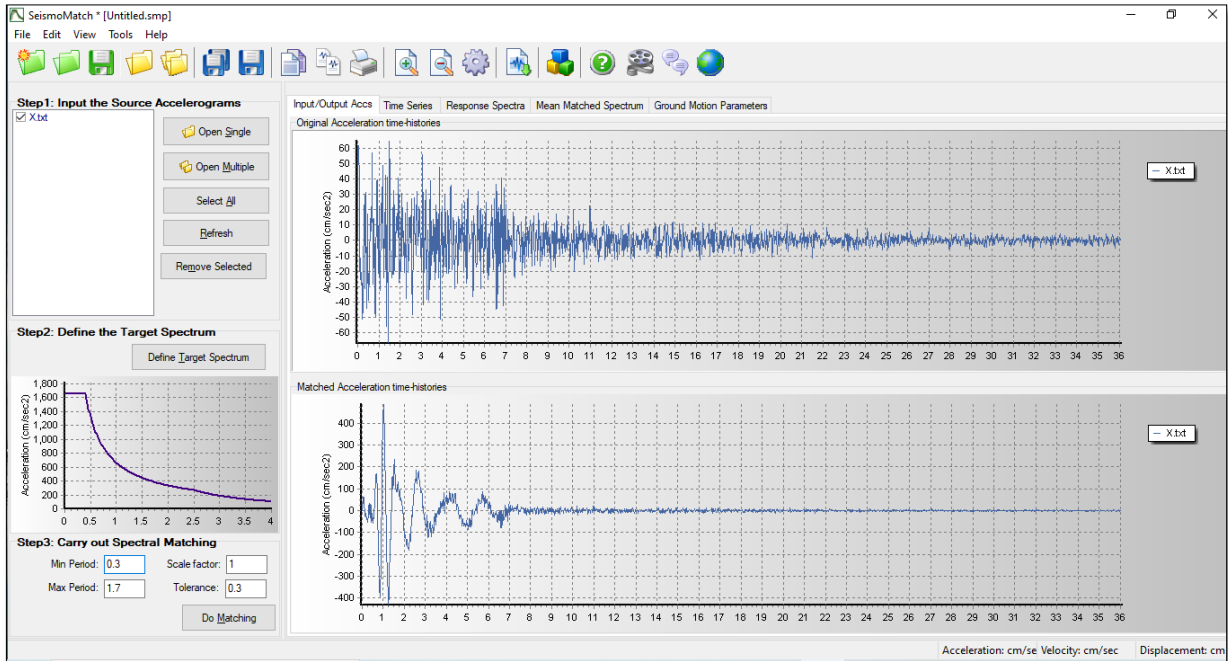


Figura 34. Escalamiento de registros sísmicos ya corregidos previamente, al espectro de diseño Norma E-030.

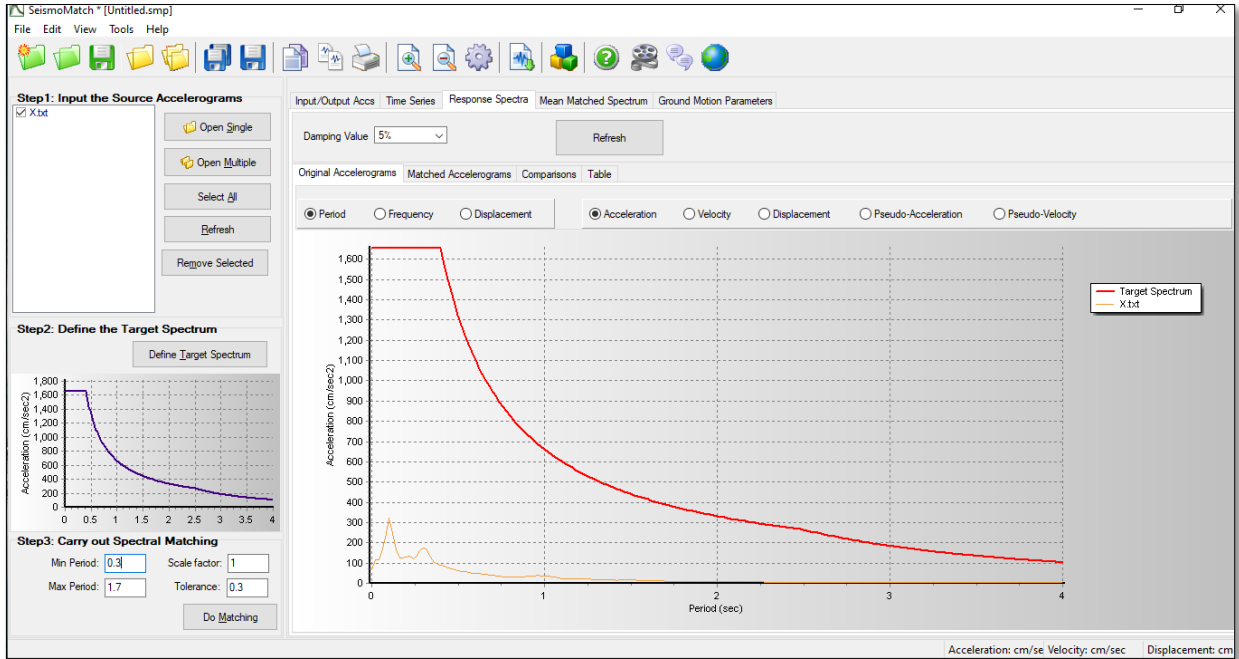


Figura 35. Espectro de diseño (color rojo) y registro sísmico sin escalar (color azul)

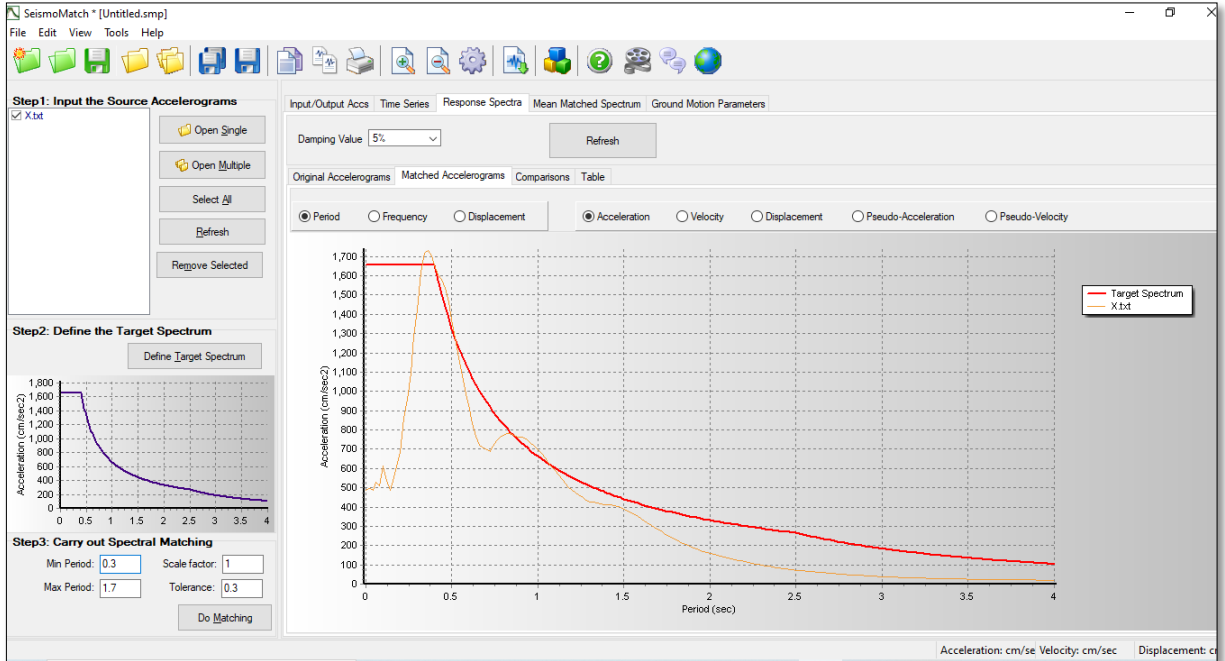


Figura 36. Espectro de diseño (color rojo) y registro sísmico escalado (color azul)

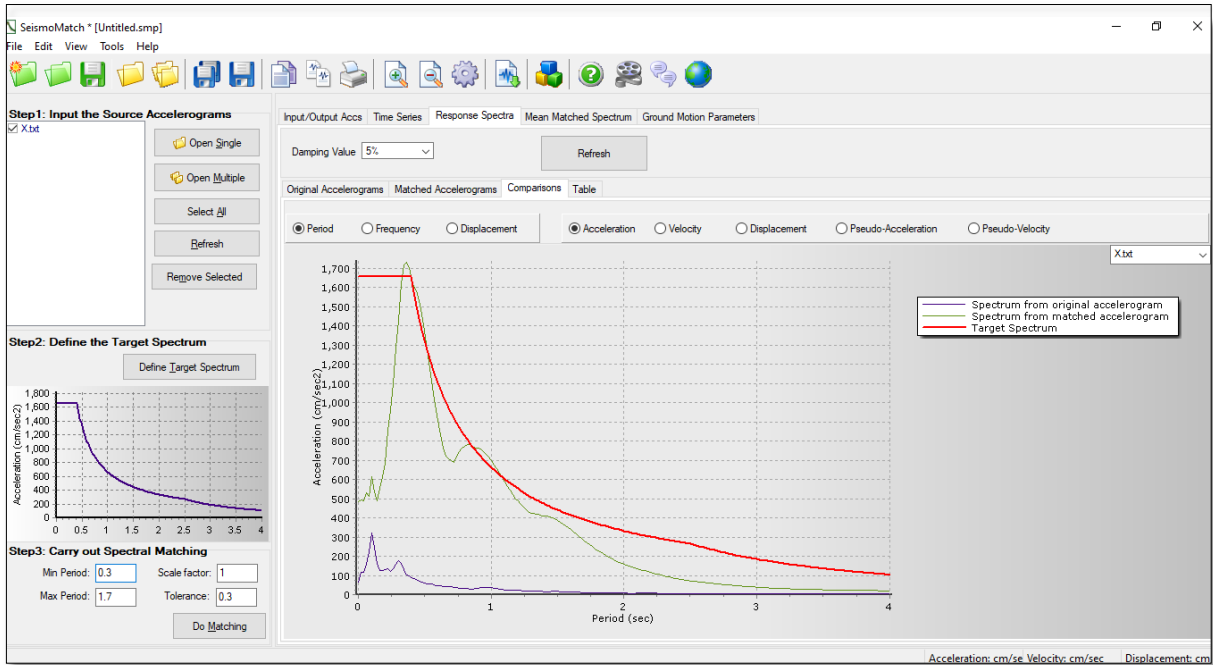


Figura 37. Comparación entre Registro Sísmico sin escalar y Registro escalado al Espectro de diseño

Del proceso de escalamiento se obtienen nuevas aceleraciones máximas de los registros sísmicos, los cuales serán ingresados al software ETABS 2016 para realizar el análisis tiempo historias

3.2.4. Ingreso de aceleraciones sísmicas

El análisis dinámico tiempo historia se realizó tal y como indica el RNE en la Norma E-030, el cual indica que cada conjunto del registro de aceleración del terreno consiste en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales, los registros sísmicos serán ingresados al software ETABS 2016 como se muestra a continuación.

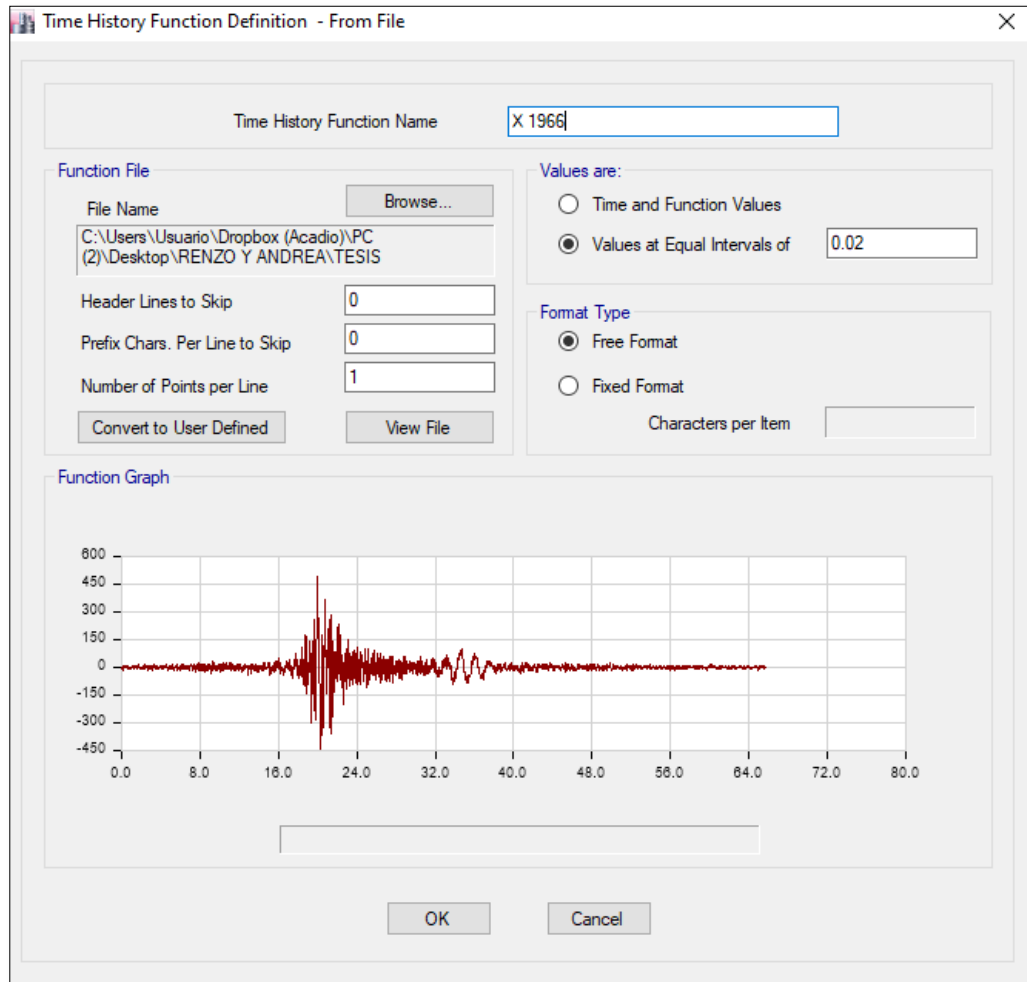


Figura 38. Ingreso de las aceleraciones corregidas y escalas.

3.2.5. Análisis sísmico dinámico modal – tiempo historia

Se elabora el análisis dinámico lineal tiempo historia, obteniendo las siguientes derivas según las distintas aceleraciones sísmicas.

Tabla 36 - Elección del sismo para el diseño de disipadores

NIVEL	REGISTRO SISMICO						DERIVAS MAXIMAS	
	17 DE OCTUBRE DE 1966		31 DE MAYO DE 1970		3 DE OCTUBRE DE 1974		SISMO DEL 1974	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
PISO 7	0.0088	0.0078	0.0073	0.0083	0.0087	0.0082	0.0087	0.0082
PISO 6	0.0090	0.0085	0.0080	0.0088	0.0092	0.0087	0.0092	0.0087
PISO 5	0.0090	0.0088	0.0083	0.0091	0.0094	0.0090	0.0094	0.0090
PISO 4	0.0091	0.0088	0.0084	0.0091	0.0092	0.0091	0.0092	0.0091
PISO 3	0.0085	0.0082	0.0079	0.0090	0.0084	0.0089	0.0084	0.0089
PISO 2	0.0083	0.0069	0.0069	0.0089	0.0071	0.0083	0.0071	0.0083
PISO 1	0.0054	0.0043	0.0045	0.0071	0.0046	0.0063	0.0046	0.0063

Se utilizará las señales sísmicas del año 1974

3.3. Procedimiento de implementación de amortiguadores no lineales de fluido.

3.3.1. Elección de la deriva objetivo.

Para iniciar el proceso de implementación de los dispositivos de disipación se deberá establecer una deriva objetiva, la cual será el valor máximo que la estructura con disipadores llegará en un evento sísmico, como referencia para la elección de este valor se utilizará el Capítulo 5 metodología HAZUS. Obteniendo como resultado .0056 como deriva objetiva. Finalmente, la deriva máxima obtenida del análisis tiempo historia se dividirá entre la deriva objetivo para obtener el facto de reducción de la respuesta sísmica (B) como se muestra a continuación.

$$B = \frac{\text{Deriva maxima sin dispadores}}{\text{Deriva Objetivo}}$$

Con este factor (B) se procederá a realizar la determinación del amortiguamiento de la estructura con los dispositivos disipadores (**Beff**). **Se considerará 5 % para el amortiguamiento inherente en la siguiente ecuación.**

$$B = \frac{2.31 - .41\ln(5)}{2.31 - .41(Beff)}$$

3.3.2. Amortiguamiento viscoso.

La participación que tendrán los disipadores de fluido viscoso (**Bvisc**) se obtiene restando el comportamiento inherente de la estructura que será del 5% para estructuras de concreto al amortiguamiento de la misma con disipadore y se calculará utilizando la siguiente ecuación.

$$Bvisc. = Beff - 5\%$$

En base a las ecuaciones mostradas se puede calcular un valor del amortiguamiento efectivo suficiente para lograr la deriva objetiva propuesta.

A continuación de presentan los valores obtenidos del cálculo de amortiguamiento para cada dirección.

Tabla 37 - Coeficiente de amortiguamiento para disipadores en el sentido X

<i>Coeficiente</i>	<i>Valor</i>
<i>Deriva Máxima</i>	0.0093
<i>Deriva objetivo</i>	0.0056
<i>Factor de respuesta (B)</i>	1.65
<i>Amortiguamiento efectivo necesario (Beff)</i>	24%
<i>Amortiguamiento inherente (Binh)</i>	5%
<i>Amortiguamiento de los disipadores (Bvisc)</i>	19%

Coeficiente para el diseño de los disipadores para el eje X

Tabla 38 - Coeficiente de amortiguamiento para disipadores en el sentido Y

<i>Coeficiente</i>	<i>Valor</i>
<i>Deriva Máxima</i>	0.0091
<i>Deriva objetivo</i>	0.0056
<i>Factor de respuesta (B)</i>	1.65
<i>Amortiguamiento efectivo necesario (Beff)</i>	24%
<i>Amortiguamiento inherente (Binh)</i>	5%
<i>Amortiguamiento de los disipadores (Bvisc)</i>	19

Coeficiente para el diseño de los disipadores para el eje Y

3.3.3. Elección del brazo metálico (K)

Se considera para el análisis un perfil metálico para el brazo que continúe el amortiguador round 7.50 x .0500. A continuación, se muestran las características.

Tabla 39 - Características del brazo metálico utilizado

Tipo de perfil	diámetros externos (in)	diámetros internos (in)	espesor t (in)	área A (in ²)	Inercia, I (in ⁴)
HSS 7.50 X.50	7.5	7.04	0.46	10.3	63.9

Con las especificaciones del perfil metálico se procederá a calcular la rigidez del brazo metálico utilizando la siguiente expresión.

$$K = \frac{E \cdot A}{L}$$

Características específicas para el cálculo son:

Módulo de elasticidad del acero $E_{ac} = 200000000 \text{ Tn/m}^2$

Área del perfil: $A = 66.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Longitud $LX = 7.30 \text{ m}$ $LY = 5.70$

Con ello la rigidez del brazo metálico es: $KX = 29900 \text{ Tn/m}$ $KY = 23500 \text{ Tn/m}$

3.3.4. Elección del amortiguamiento en función de α

Teniendo como consideración que la estructura contara con disipadores no lineales es exponente de velocidad será de 0.5 el cual se utiliza para estructuras en la cual se minimizara los pulsos de altas velocidades.

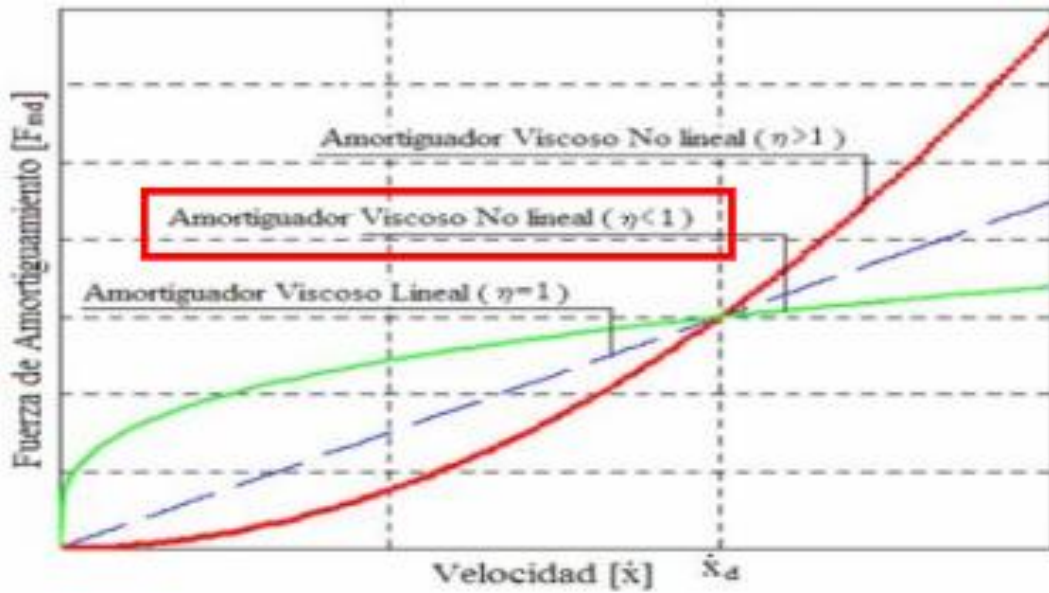


Figura 39. Ubicación y disposición de los dispositivos de amortiguamiento

3.3.5. Coeficiente de amortiguamiento en función de α

Teniendo el valor definido de $\alpha=0.50$ para los dispositivos, se continua con el cálculo del coeficiente de amortiguamiento, el cual es uno de los tres valores indispensables para poder ingresarlo en el software.

$$\Sigma C_j = \frac{\beta H \times 2\pi A \sqrt{1 - \alpha} \omega^{2-\alpha} (\Sigma m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_i^2 + \alpha \cos^2 \theta)}$$

Dónde:

β_H : Amortiguamiento viscoso de la estructura.

C_j : Coeficiente de amortiguamiento del disipador j mi: Masa del nivel i.

Θ_j : Angulo de inclinación del disipador j

Φ_i : Desplazamiento modal en el nivel i (correspondiente al primer modo de vibración).

Φ_{rj} : desplazamiento modal relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal (correspondiente al primer modo vibración).

A: Amplitud del desplazamiento del modo fundamental

ω : Frecuencia angular

λ : Parámetro Lambda

Tabla 40 - Coeficiente de amortiguamiento C_x

CALCULO DE C PARA EL EJE X								
nivel	masa	θ	$\text{Cos}(\theta)$	Forma Modal (Φ)	(Φ) norma	Φ_{rj}	$\text{cos}\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$\sum m * \Phi_i^2$
7	42.893	17	0.95	0.0257	1	0.128	0.0426	42.893
6	45.918	17	0.95	0.0224	0.8716	0.144	0.0506	34.883
5	45.918	17	0.95	0.0187	0.7276	0.183	0.0724	24.311
4	45.918	17	0.95	0.014	0.5447	0.136	0.0465	13.626
3	45.918	17	0.95	0.0105	0.4086	0.16	0.059	7.665
2	46.081	17	0.95	0.0064	0.249	0.148	0.0526	2.858
1	46.607	17	0.95	0.0026	0.1012	0.101	0.0298	0.477
$\Sigma =$							0.3536	126.712

(B _{eff})	= 24%	
(B _{inh})	= 5%	C_x = 750 Tn-s/m ≈ 800 Tn-s/m
(B _{visc})	= 19%	N° = 4 DISIPADORES
T	= 50 seg.	C_x PARA CADA DISIPADOR = 200 Tn-s/m
W	= 7.85	
A	= .079	
α	= 0.50	
Λ	= 3.5	

Tabla 41 - Coeficiente de amortiguamiento C_y

CALCULO DE C PARA EL EJE Y								
nivel	masa	θ	Cos(θ)	Forma Modal (Φ)	(Φ) norma	Φ _{rj}	cosθ ^(1+α) * Φ _{rj} ^(1+α)	∑ m * Φ _i ²
7	42.893	23	0.92	0.0474	1	0.122	0.038	42.893
6	45.918	23	0.92	0.0416	0.878	0.141	0.047	35.368
5	45.918	23	0.92	0.0349	0.736	0.154	0.053	24.893
4	45.918	23	0.92	0.0276	0.582	0.162	0.058	15.568
3	45.918	23	0.92	0.0199	0.42	0.16	0.057	8.093
2	46.081	23	0.92	0.0123	0.259	0.151	0.052	3.103
1	46.607	23	0.92	0.00516	0.109	0.109	0.032	0.552
						∑ =	0.3357	130.4714

(B _{eff})	= 24%	
(B _{inh})	= 5%	C_y = 745 Tn-s/m ≈ 800 Tn-s/m
(B _{visc})	= 19%	N° = 4 DISIPADORES
T	= 50 seg.	C_y PARA CADA DISIPADOR = 200 Tn-s/m
W	= 7.85	
A	= .065	
α	= 0.50	
Λ	= 3.5	

Finalmente, se ingresan los datos obtenidos al software ETABS 2016 para definir las características que tendrá el disipador de fluido viscoso. Como se muestra a continuación.

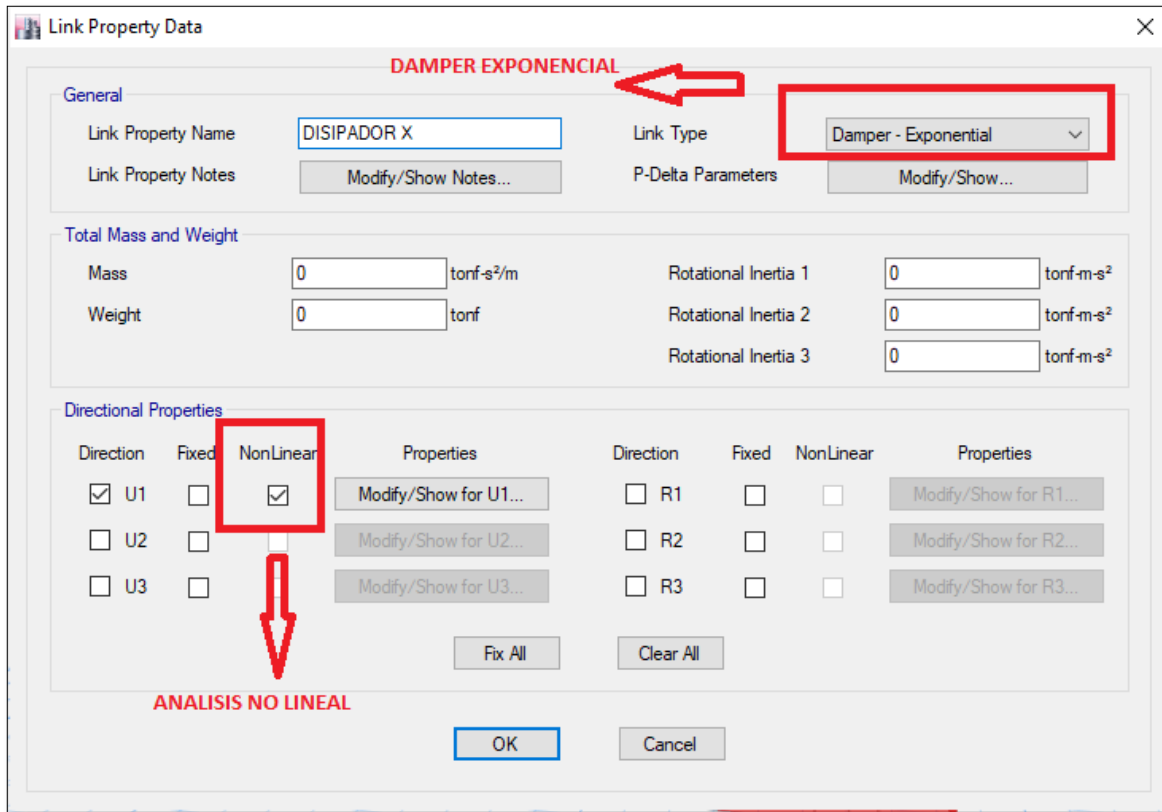


Figura 40. Definición de propiedades de los disipadores

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name	DISIPADOR X
Direction	U1
Type	Damper - Exponential
NonLinear	Yes

Linear Properties

Effective Stiffness	0	tonf/m
Effective Damping	0	tonf-s/m

Nonlinear Properties

Stiffness	29900	tonf/m	K
Damping	200	tonf*(s/m) ^{Cexp}	C
Damping Exponent	0.5		α

OK Cancel

Figura 41. Ingresos de coeficientes

3.3.6. Modelamiento de los dispositivos de amortiguamiento

Tomando como referencia la norma ASCE 7-10 en su versión del año 2016 se colocará 4 dispositivos en cada dirección por piso. Se debe tener en consideración la correcta ubicación de estos ya que pueden causar un efecto de torsión a la estructura. En total la cantidad de dispositivos empleados para toda la estructura serán de 56, es preferible que estos se encuentren lo más alejado del centro de masa de la edificación ya que brindan una gran ventaja al estar en la zona de máxima velocidad y es allí donde tienen mayor efectividad, en la figura 26 se muestra la ubicación y disposición de los amortiguadores.

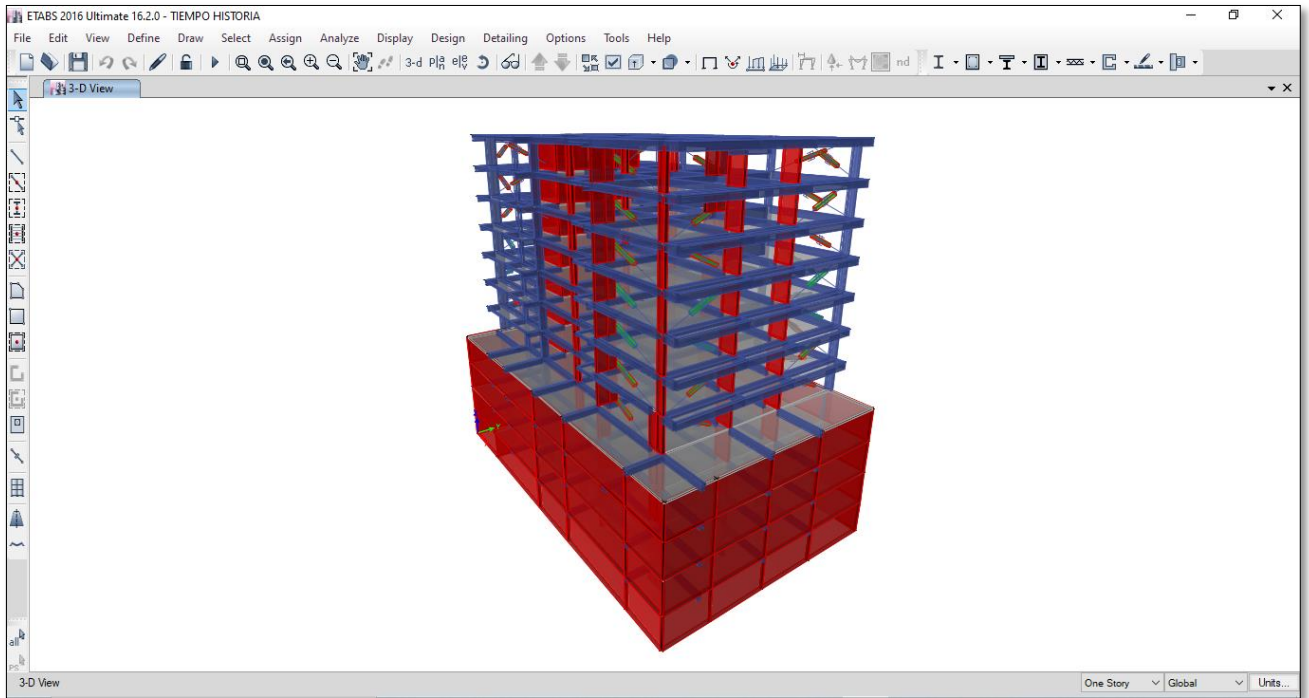


Figura 42. Vista en 3D del modelo con disipadores

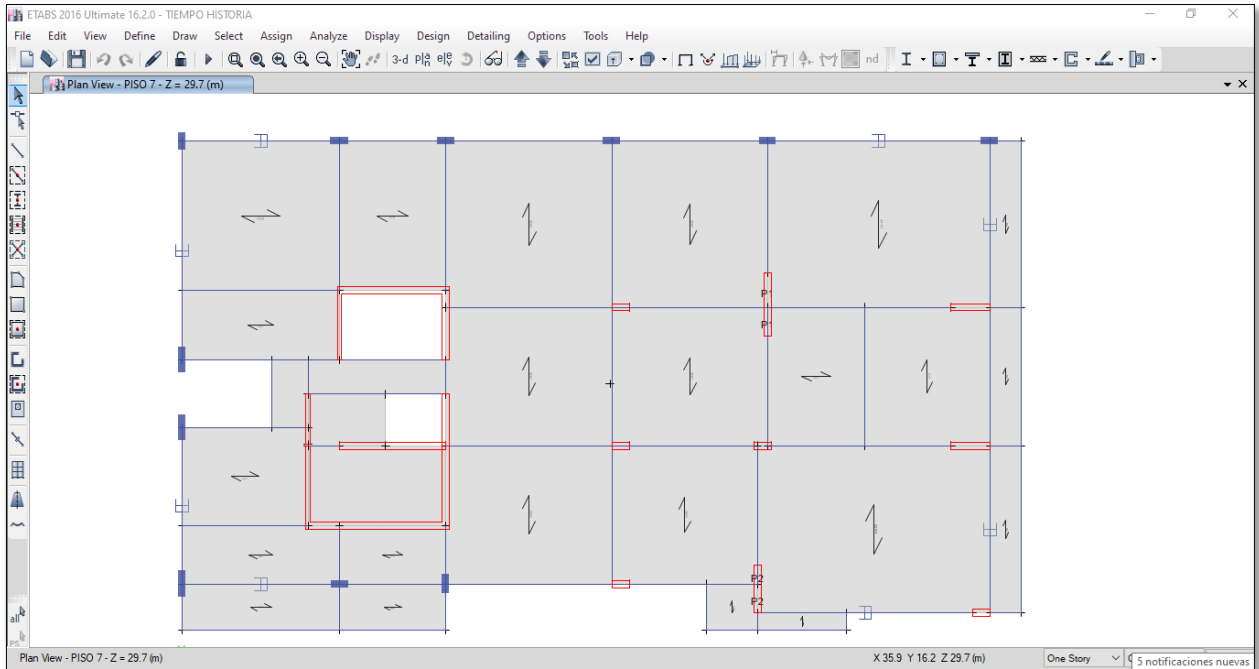


Figura 43. Vista del modelo en planta con disipadores.

Análisis con disipadores de fluido viscoso

Se realiza el análisis con la implementación de disipadores de fluido viscoso. Se observa que la deriva obtenida se encuentra muy cerca de la deriva objetiva calculada inicialmente. Eso nos indica que los factores para el diseño de los disipadores son correctos.

Tabla 42 - Derivas obtenidas con y sin disipadores de energía.

NIVEL	COMPARACION DE DERIVAS			
	SIN DISIPADORES		CON DISIPADORES	
	X	Y	X	Y
PISO 7	0.008716	0.008211	0.004656	0.004625
PISO 6	0.009224	0.008717	0.004964	0.004871
PISO 5	0.00935	0.008996	0.00528	0.005078
PISO 4	0.009159	0.009066	0.00549	0.005152
PISO 3	0.008397	0.008883	0.005371	0.004882
PISO 2	0.007077	0.008256	0.00496	0.004347
PISO 1	0.004611	0.006309	0.003503	0.003016

CAPÍTULO IV RESULTADOS

- Al analizar los resultados de la estructura con y sin disipadores de energía se pudo observar una disminución notable las derivas de toda la edificación producto del gran aporte de amortiguamiento que proporciona el uso de los dispositivos disipadores. Se procederá a determinar de forma numérica el porcentaje de reducción producto de la implementación de disipadores de energía respecto a las derivas.

Derivas

Tabla 43 - Tabla comparativa de las derivas de la estructura con y sin disipadores de energía



Tabla 44 - Porcentaje de reducción de derivas Eje X

NIVEL	SIN DISIPADORES	CON DISIPADORES	% REDUCCION
PISO 7	0.008716	0.004656	47%
PISO 6	0.009224	0.004964	46%
PISO 5	0.00935	0.00528	44%
PISO 4	0.009159	0.00549	40%
PISO 3	0.008397	0.005371	36%
PISO 2	0.007077	0.00496	30%
PISO 1	0.004611	0.003503	24%

Tabla 45 - Tabla comparativa de las derivas de la estructura con y sin disipadores de energía



Tabla 46 - Porcentaje de reducción de derivas Eje Y

Porcentaje de reducción de derivas Eje Y			
NIVEL	SIN DISIPADORES	CON DISIPADORES	% REDUCCION
PISO 7	0.008211	0.004625	44%
PISO 6	0.008717	0.004871	44%
PISO 5	0.008996	0.005078	44%
PISO 4	0.009066	0.005152	43%
PISO 3	0.008883	0.004882	45%
PISO 2	0.008256	0.004347	47%
PISO 1	0.006309	0.003016	52%

CAPÍTULO V. DISCUSION Y CONCLUSIONES.

5.1. Discusión

- Se analizó el dimensionamiento de los elementos estructurales que forman la edificación mediante el metrado de cargas que son ejercidas sobre el edificio, obteniendo resultados del modelamiento estructural estando dentro de lo estipulado en las normas técnicas E-030 y E-060. Según Gervasi & Núñez, (2019) en su trabajo de investigación, diseño estructural de un edificio multifamiliar, el dimensionamiento es la proposición de las dimensiones de las secciones para cada elemento estructural, siguiendo criterios básicos propuestos por ingenieros. Las dimensiones asumidas pueden variar. Se realizará una serie de análisis para poder confirmar si las dimensiones propuestas son correctas.
- Se determino la respuesta modal de la estructura mediante el uso del modelo matemático en el software ETABS 2016, considerando toda información previa obtenida en planos, estudio de mecánica de suelos y normativas de diseño. Con este análisis buscamos predecir el comportamiento de la super estructura. Tal como nos indica Moncada Andrés (2018), en su trabajo de grado, sistema de aislamiento sísmico en la base para un centro de salud de 2° nivel de atención en la ciudad de Huacho indica que, el análisis tiene como objetivo obtener la respuesta máxima esperada de las fuerzas internas en todos los elementos estructurales del edificio, así como de los desplazamientos. La respuesta obtenida es producto de la combinación de los resultados de todos los modos de vibración considerados. Dicha combinación se ha realizado empleando el criterio de combinación cuadrática completa (CQC) aceptada por la norma.
- Se observo un aumento en las derivas de la estructura producto del cambio del factor de uso en los parámetros sísmicos de común a esencial produciendo un incremento en de 50% en la fuerza sísmica que actuara sobre la estructura, siendo estos resultados desfavorables, tomando como referencia lo que se indica en el trabajo de investigación de los autores (Cáceres Pérez & Pichihua Alata) indican que en una edificación esencial, la estructura no

debe presentar daños ni fallas en sus instalaciones y/o equipos luego de un sismo, es por ello que el costo de implementar un sistema de amortiguamiento es relativamente bajo en comparación con los gastos que se tendrían que asumir en reparación estructural y daños del contenido del edificio.

- Analizando el comportamiento estructural de la edificación implementando los disipadores fluido viscoso observando mejoras importantes en cuanto al comportamiento dinámico de la estructura, reduciendo los valores por debajo de los máximos establecidos en la norma. Según la investigación de Otiniano Bryan, (2019), los disipadores de fluido viscoso tienen la propiedad de reducir simultáneamente los esfuerzos y las deflexiones de la estructura. Esto se da porque la fuerza del disipador presenta un comportamiento fuera de fase con los esfuerzos debido a la flexibilidad de la estructura.

Por otro lado, en la investigación de Calderón (2014) en su tesis “Evaluación del diseño con disipadores de energía del edificio principal de la Universidad Nacional de Cajamarca-sede Jaén” obtuvo luego de la evaluación de la estructura existente una deriva del 0.0114 en la dirección X, mientras que en la dirección Y obtuvo una deriva de 0.0080 concluyendo que la mejor alternativa de reforzamiento para la estructura es mediante elementos de disipación de energía.

5.2. Conclusiones

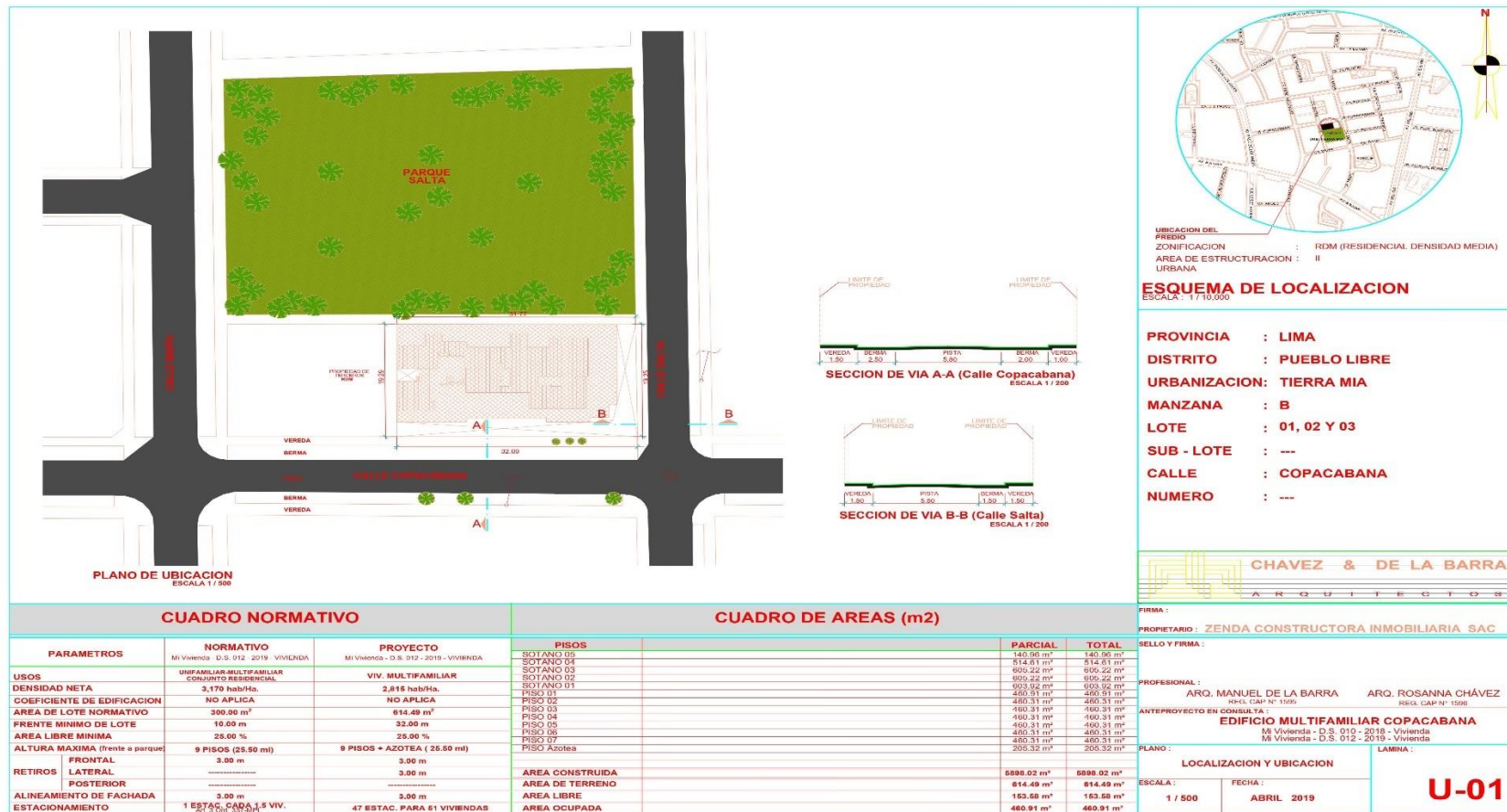
- Realizando el análisis de los metrados de cargas aplicadas sobre la estructura podemos determinar las dimensiones ideales para los elementos estructurales de la edificación. Así mismo se pudo comprobar que las dimensiones utilizadas en las estructuras son adecuadas para un correcto funcionamiento.
- La estructura muestra un comportamiento estructural adecuado, ya que las máximas derivas obtenidas son de .00495 en el eje X y de .0063 para el eje Y. Siendo estas menores a las máximas permitidas en la norma peruana E-030.
- Las derivas de la edificación con uso esencial se elevan en casi un 40% causando que la estructura no cumpla con las derivas máximas de .007 indicas en la norma sismorresistente E-030. Esto es generado principalmente por el aumento de la fuerza sísmica en un 50 por ciento para la edificación esencial. Debido a la modificación del factor de uso U.
- Se analizo las derivas del análisis tiempo-historia y las derivas con la implementación de los dispositivos de amortiguamiento teniendo una disminución importante de 47 % en ambos sentidos de análisis. Las derivas obtenidas con los disipadores son de .0054 para el eje X y de .00515 para el eje Y.
- Se concluyo la implementación de disipadores en una estructura de uso esencial logra mitigar el daño ocasionado en un evento sísmico evitando el deterioro en los elementos estructurales tales como, columnas, vigas, muros, placas, etc. Alcanzando así que las estructura continúe en funcionamiento posterior al sismo de gran magnitud.

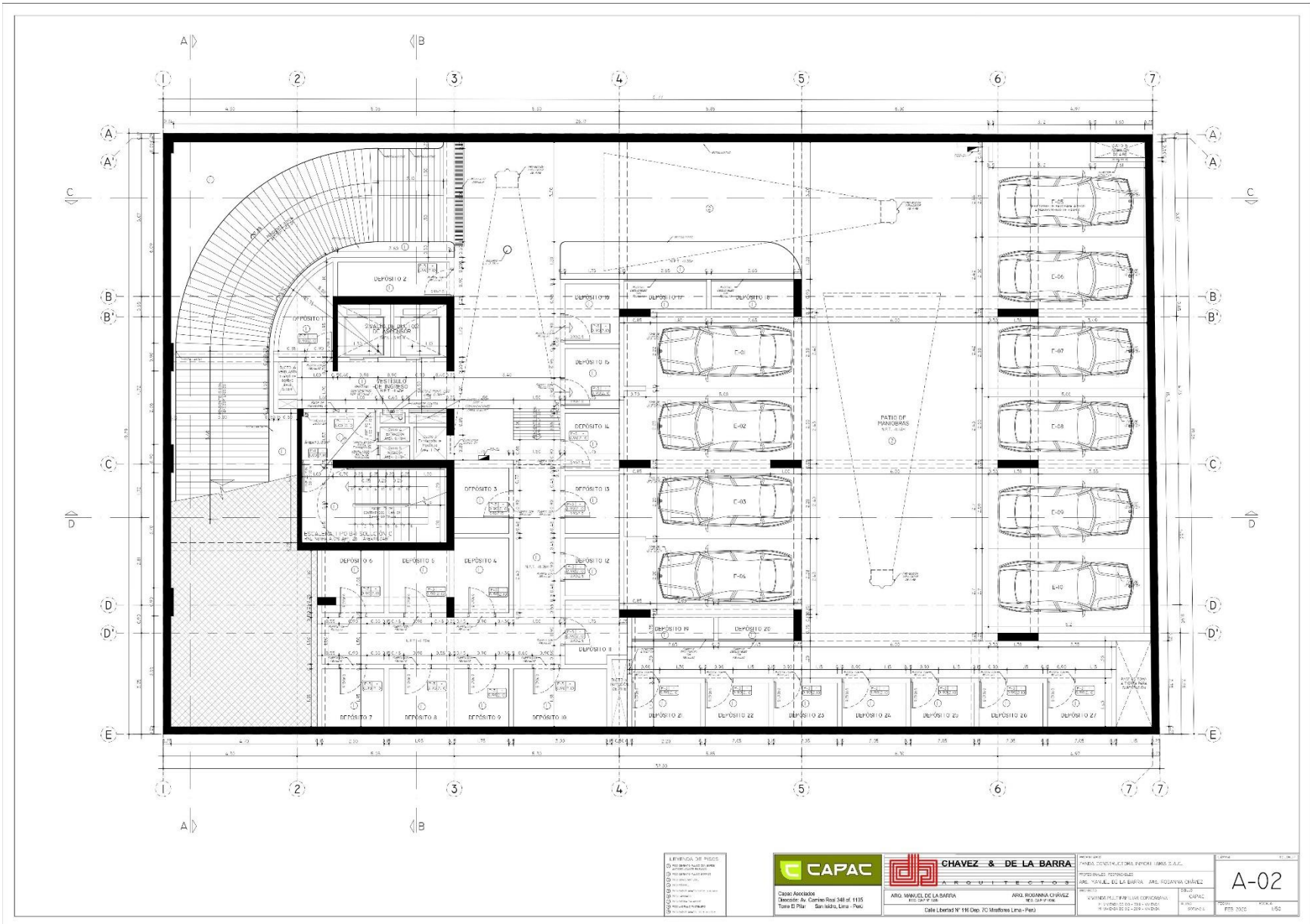
REFERENCIAS

- Boza Farfán , Z. E., & Galán Tirapo , D. J. (2014). *DISEÑO DE UN EDIFICIO APORTICADO CON DISIPADORES EN ARREGLO CHEVRON*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU, Lima.
- Cáceres Pérez, G., & Pichihua Alata, N. S. (s.f.). *Reforzamiento antisísmico en hospitales utilizando amortiguadores de fluido viscoso*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima.
- Carranza, J., & Calderon, E. (2015). *Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Peru.
- Casana Marino, G. M. (2018). *Desempeño sísmico de un edificio de 14 pisos con disipadores de energía en la ciudad de Tumbes*. Universidad Privada del Norte.
- Chacón Alvarez, R., & Ramírez Caparó, J. E. (2013). *ANÁLISIS DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima.
- Chacon, R., & Ramirez, J. (2014). *Analisis de una edificación de cuatro pisos con disipadores de fluido viscoso*. Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, Peru.
- Espejel Acosta, O. A. (2013). *Estudio analítico del comportamiento de una estructura reforzada con disipadores pasivos de energía*. Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico.
- Hernández Sampieri, R. (2007). *Metodología de la investigación*. Naucalpan de Juárez,, México.
- Hurtado, J. (2000). *Proyecto de Investigación*. Quiron ediciones.
- Núñez, A. B. (2019). Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía en el desempeño estructural por desplazamiento en edificaciones-Unach-Chota. *Universidad Cesar Vallejo. CHICLAYO-PERÚ*.
- Ricardo, O. S. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto*. LIMA: OVIEDO INGENIERIA EIRL.
- Santos Flores, J. J. (2018). *Diseño y evaluación del comportamiento estructural entre un sistema convencional y disipadores de energia fluido viscoso, en una edificacion de siete niveles y un semisótano en el distrito de Huacho*. UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN, Peru.
- Verdugo, J. P. (2007). *CONTROL DE LA RESPUESTA DINÁMICA DE ESTRUCTURAS MEDIANTE EL USO DE DISIPADORES DE ENERGÍA DE FLUIDO VISCOSO DEL TIPO LINEAL*. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Viera, F. N. (2017). *COMPARACIÓN DE LAS RESPUESTAS DINÁMICAS EN ESTRUCTURAS CON Y SIN DISIPADORES DE ENERGÍA PASIVOS DE FLUIDO VISCOSO EN LA ZONA SÍSMICA CUATRO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, LIMA, PIURA, PERU.

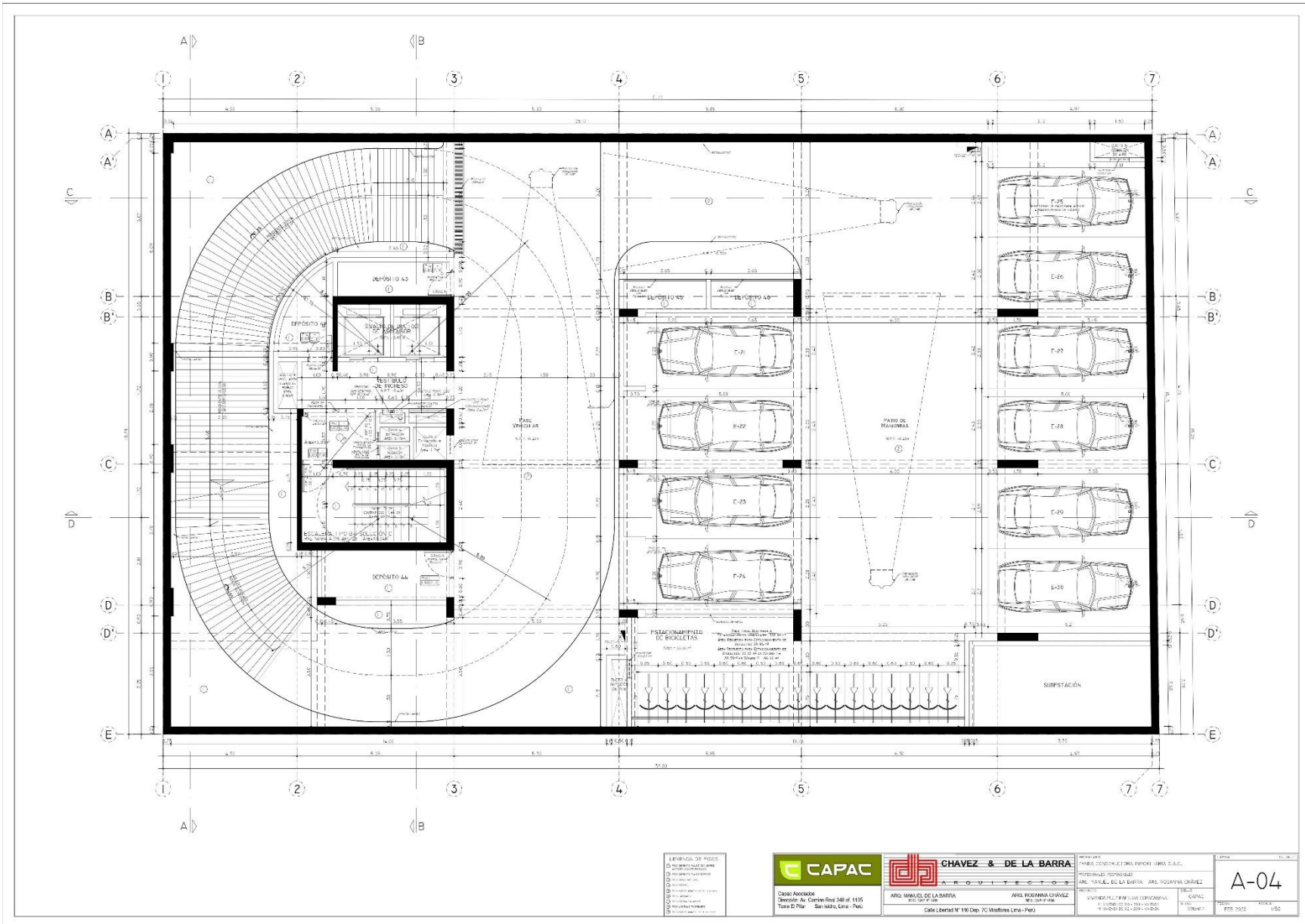
ANEXOS

ANEXO N°1 – PLANOS URBANO

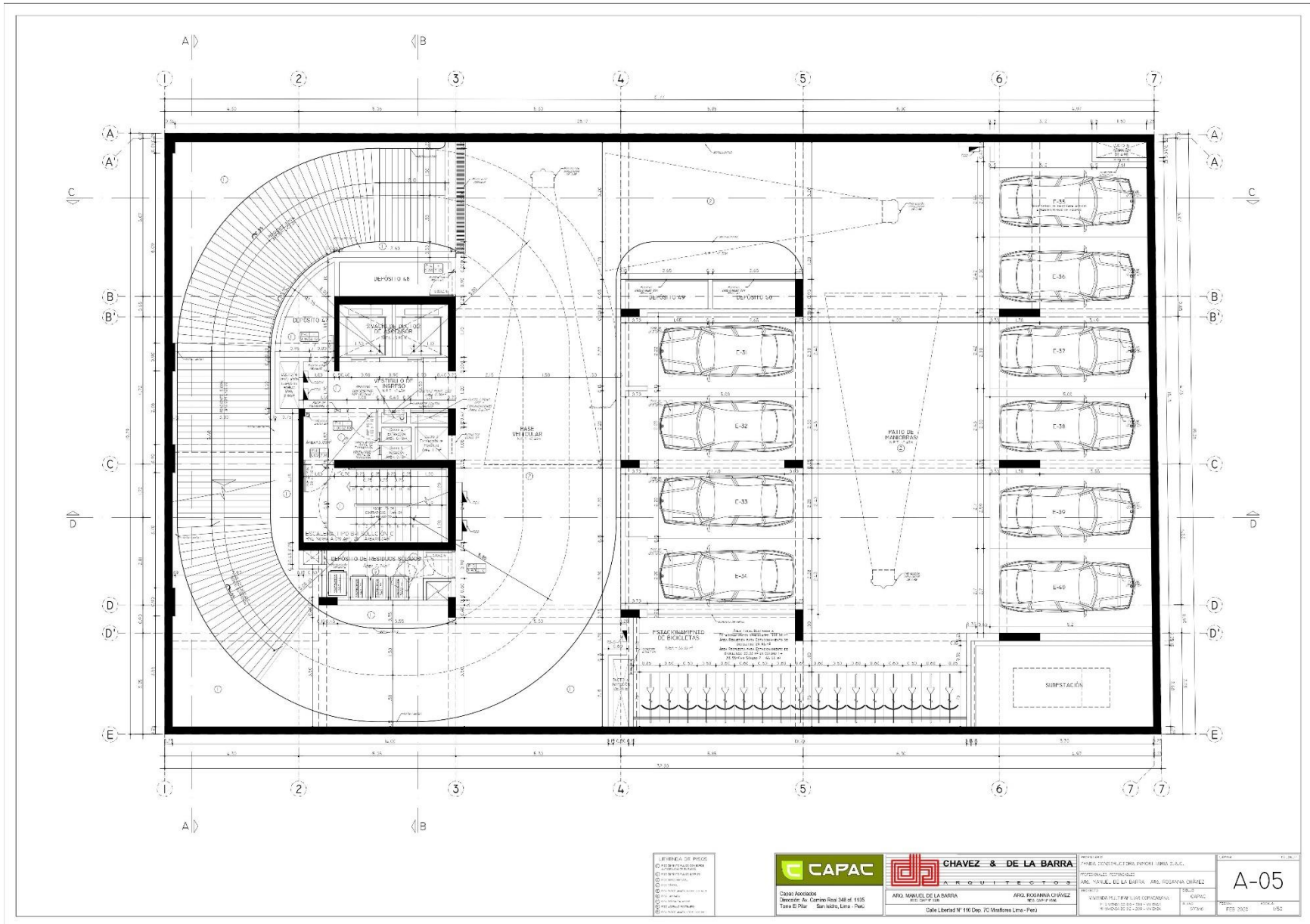




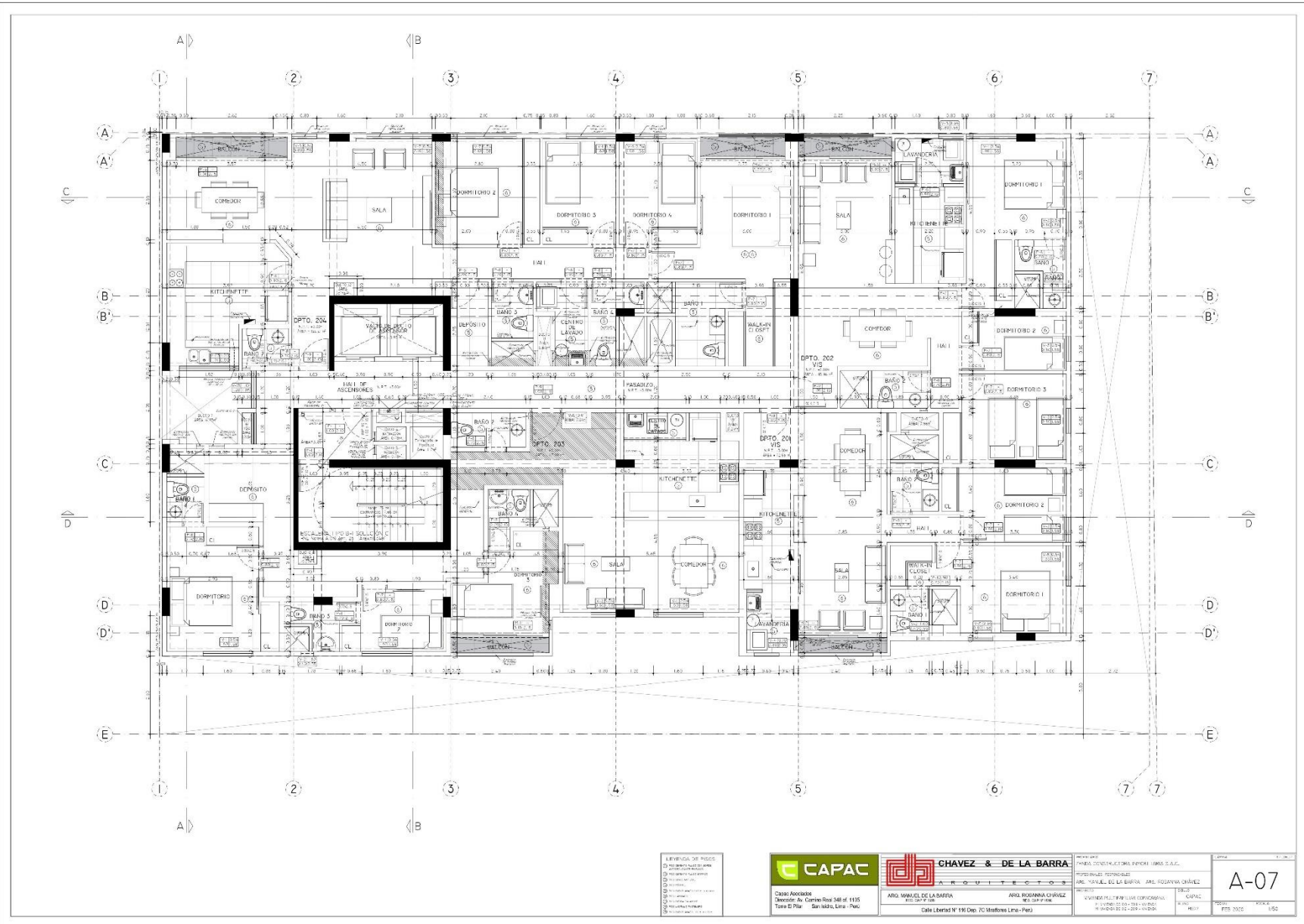
Salleres Untiveros, Renzo Antonio



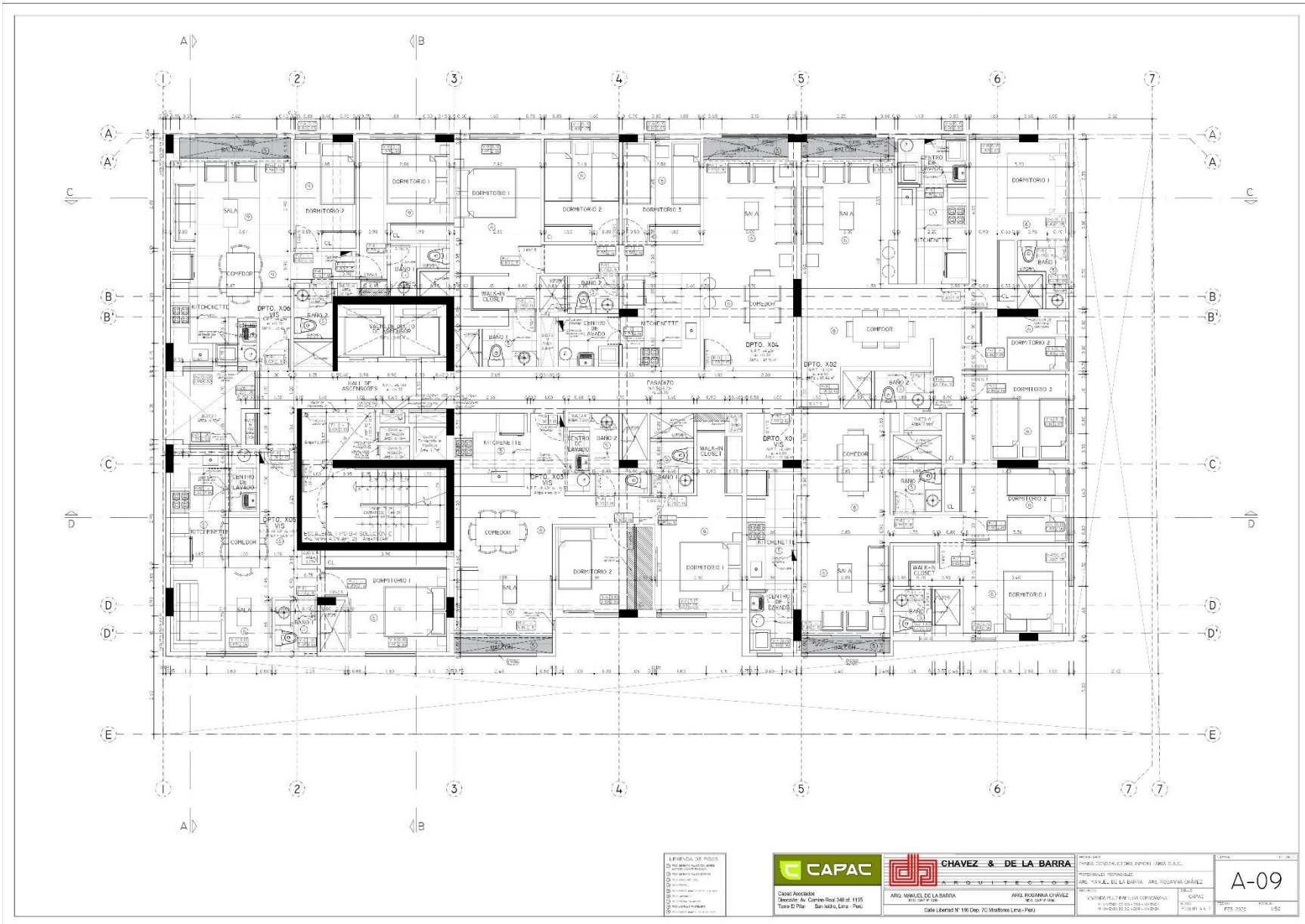
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

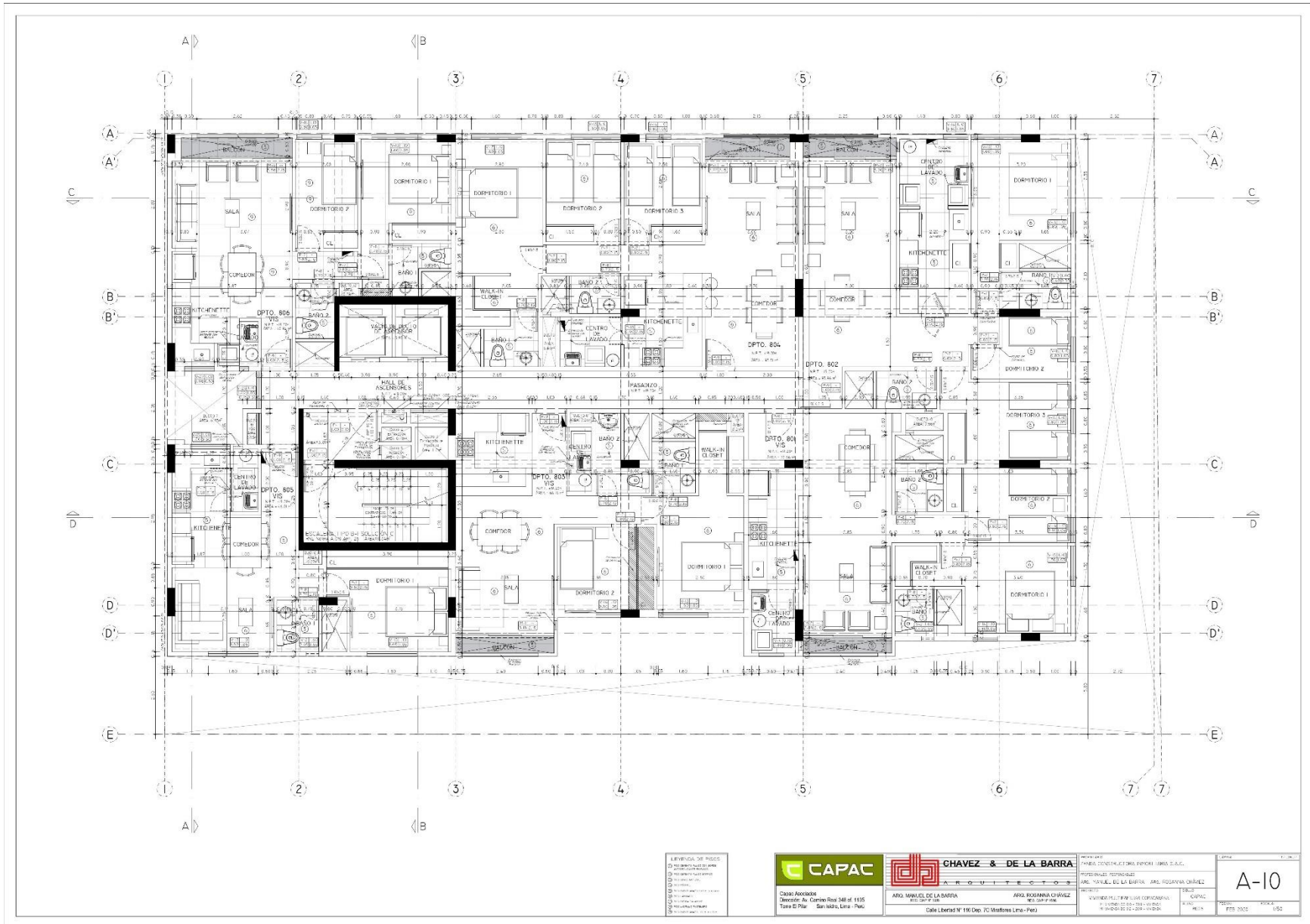


Salleres Untiveros, Renzo Antonio

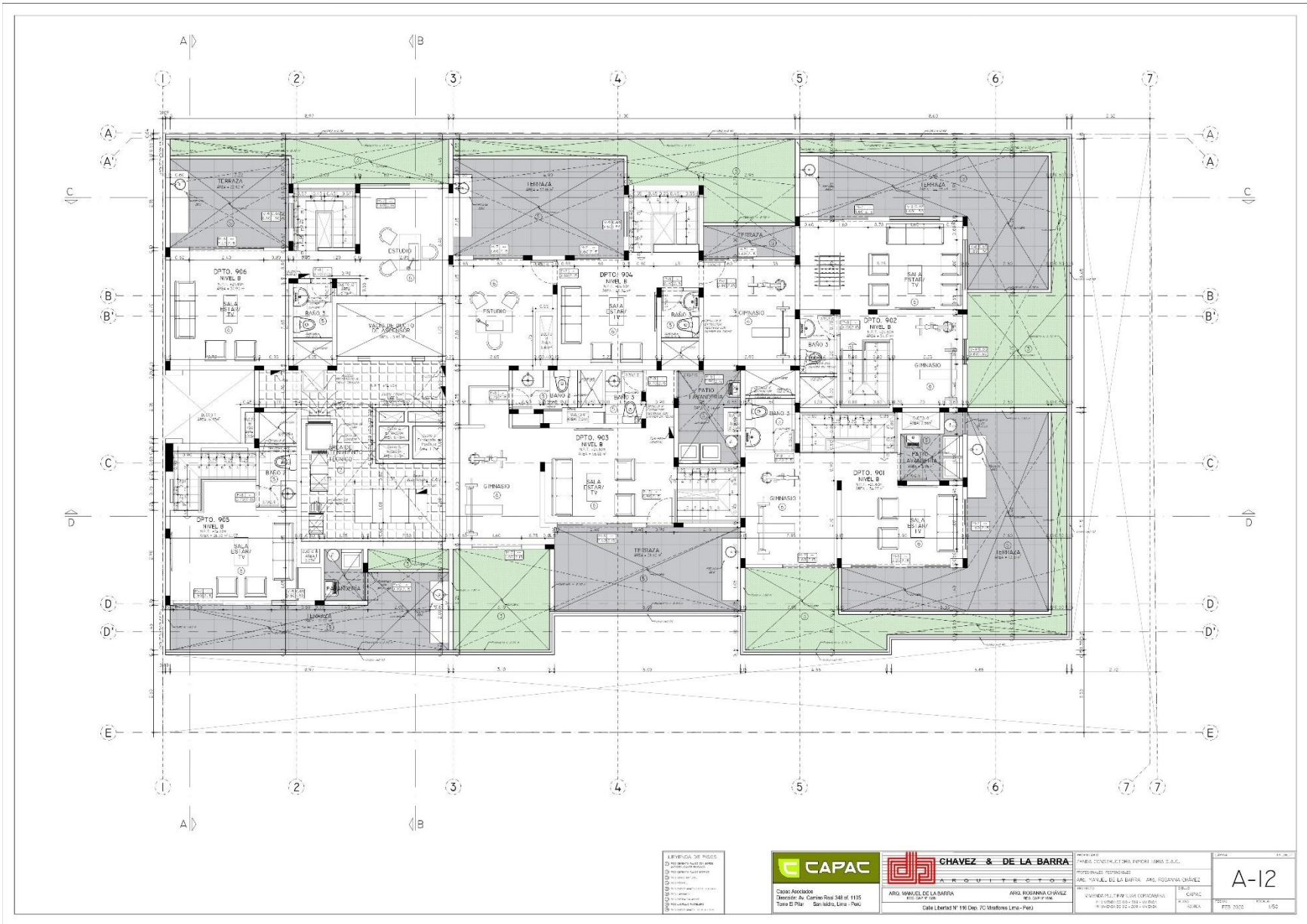


FALTA PLANO A-08

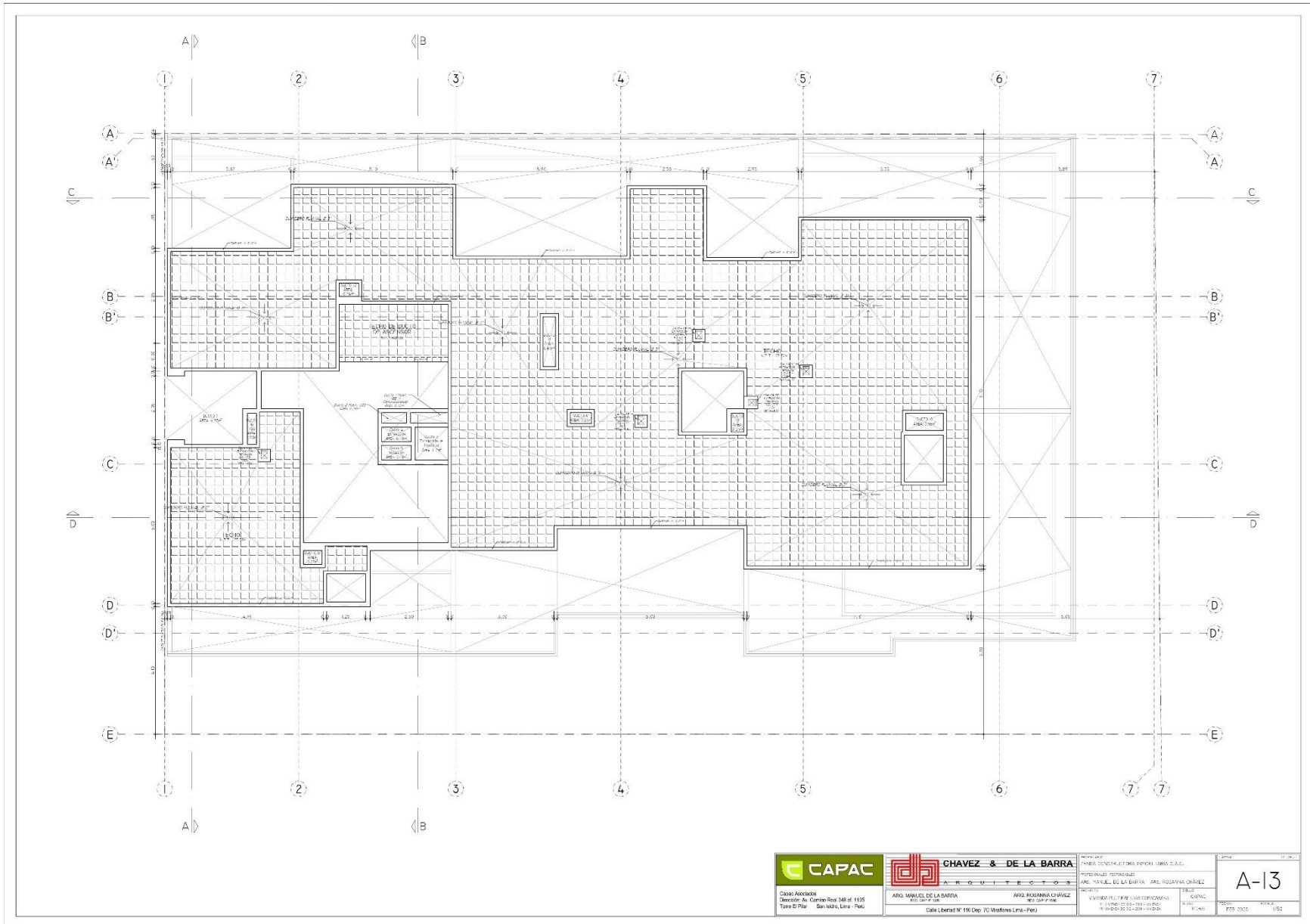




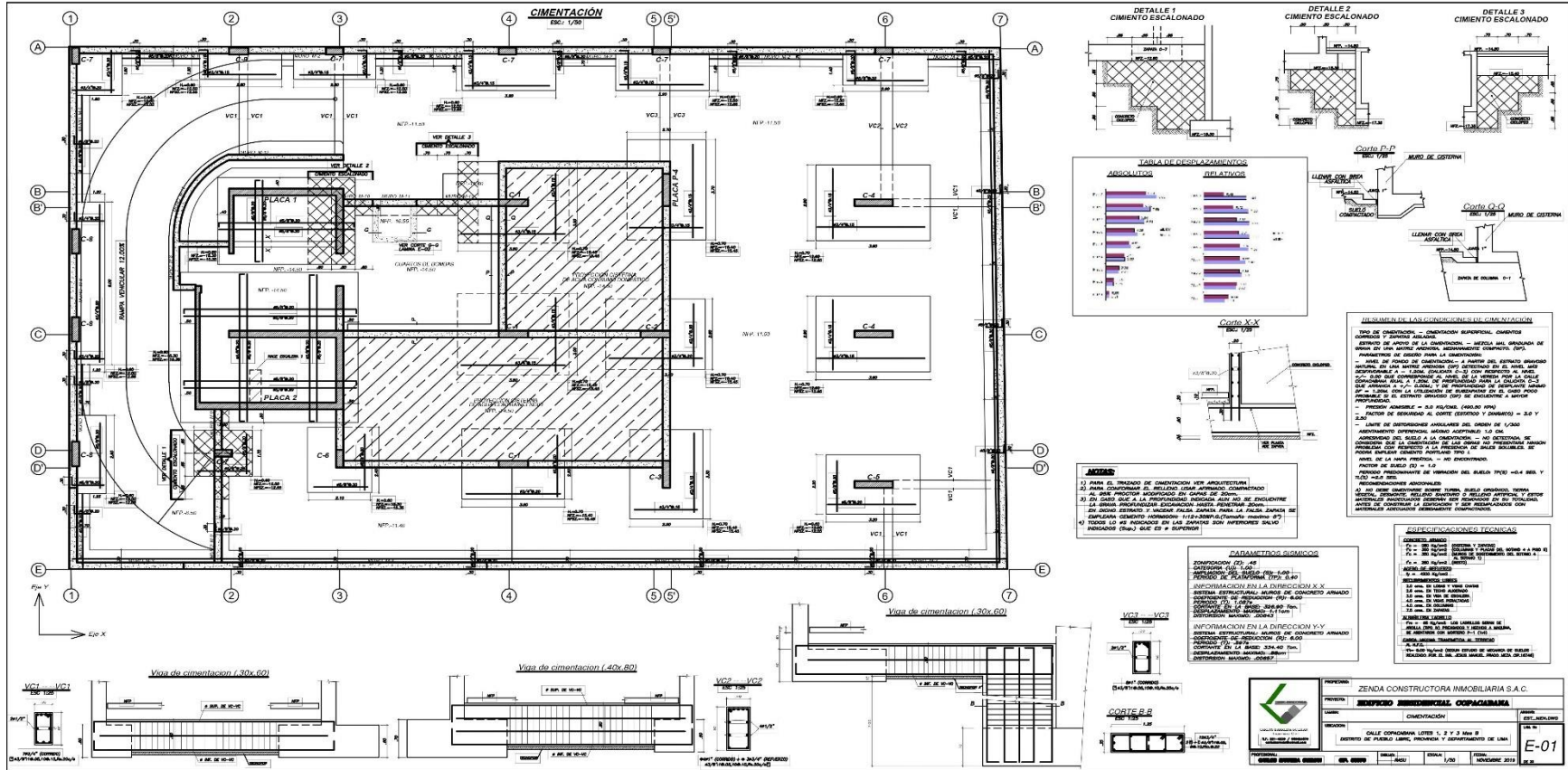
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

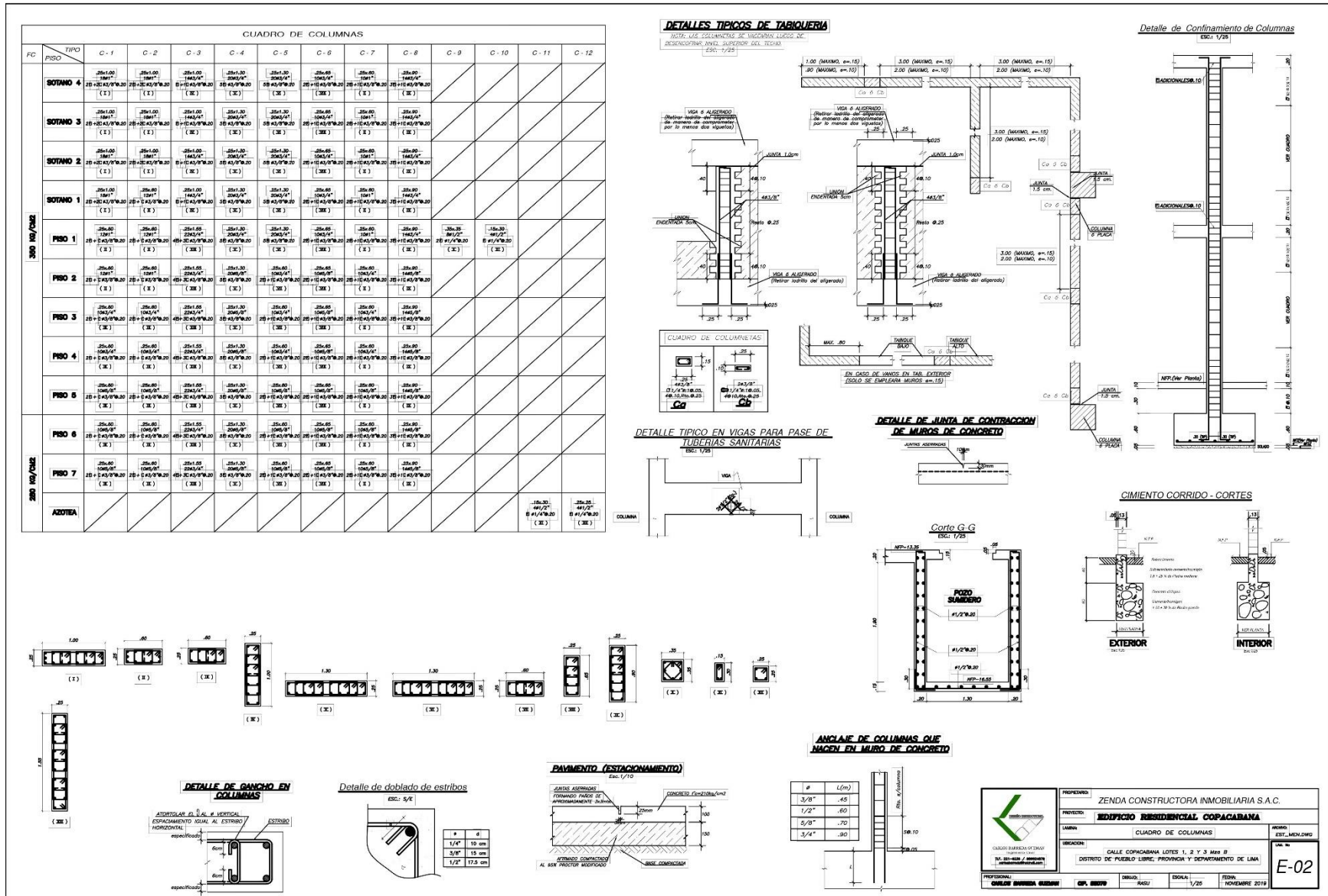


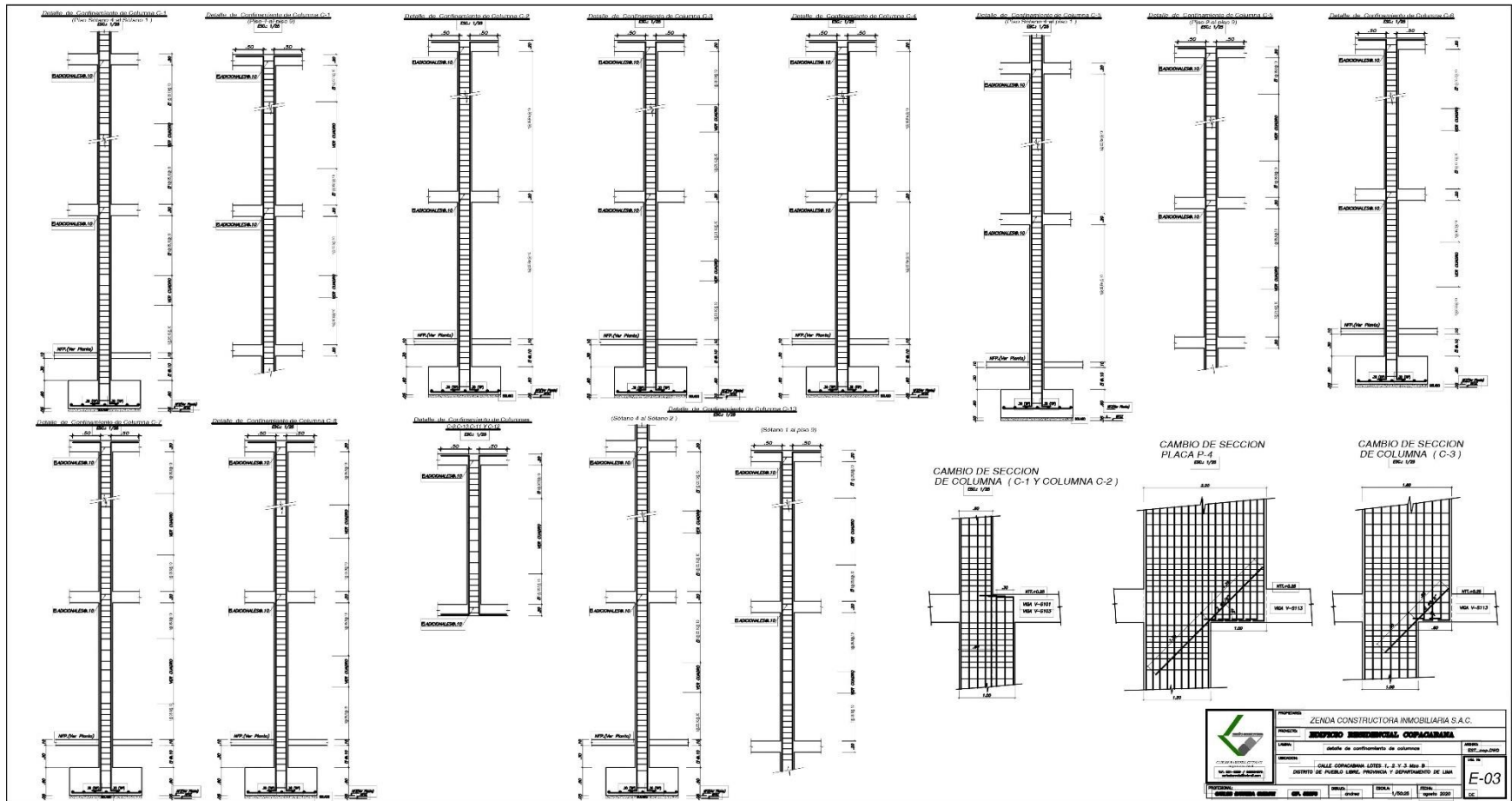
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

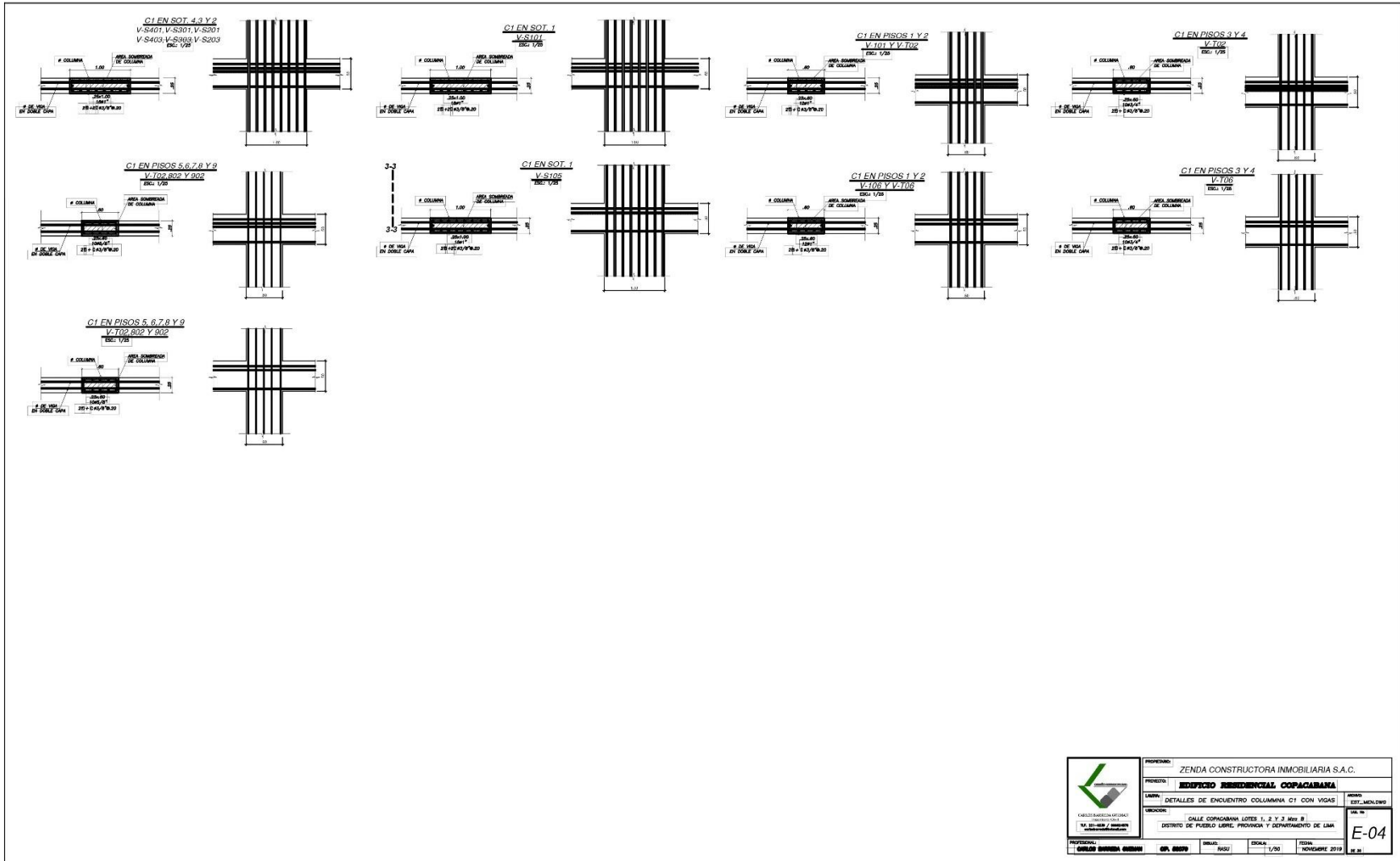


ANEXO N°3: PLANOS ESTRUCTURA

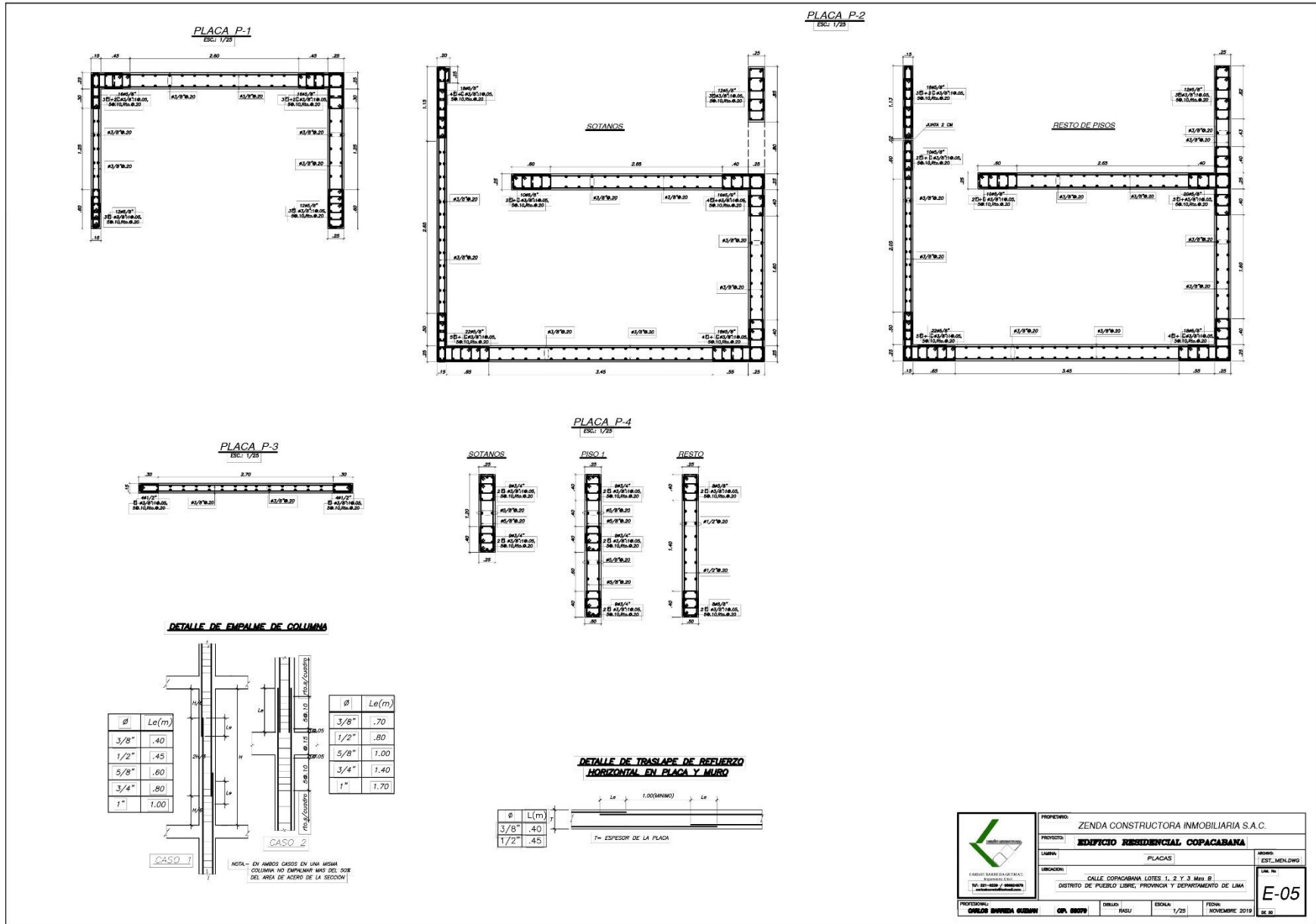




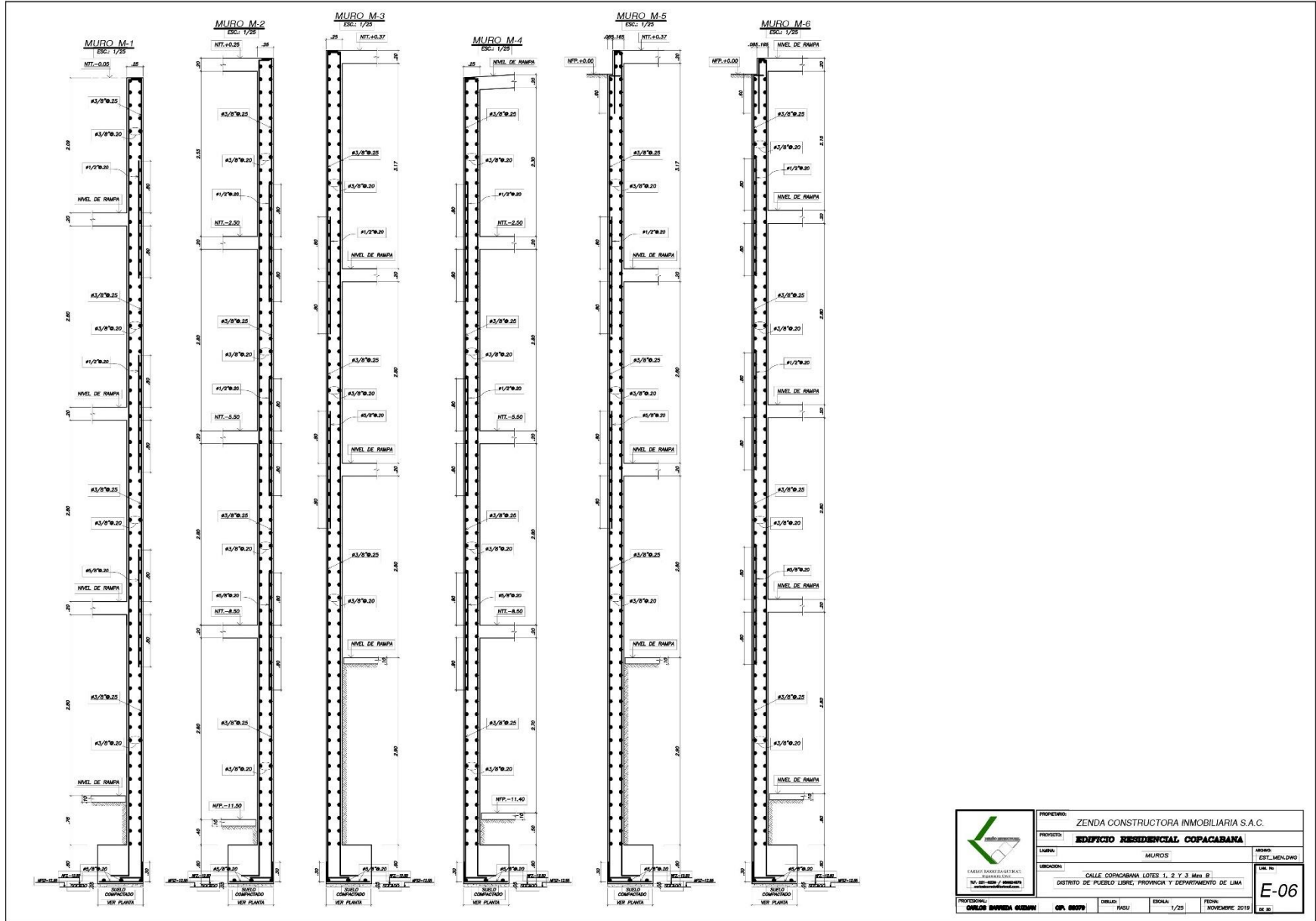




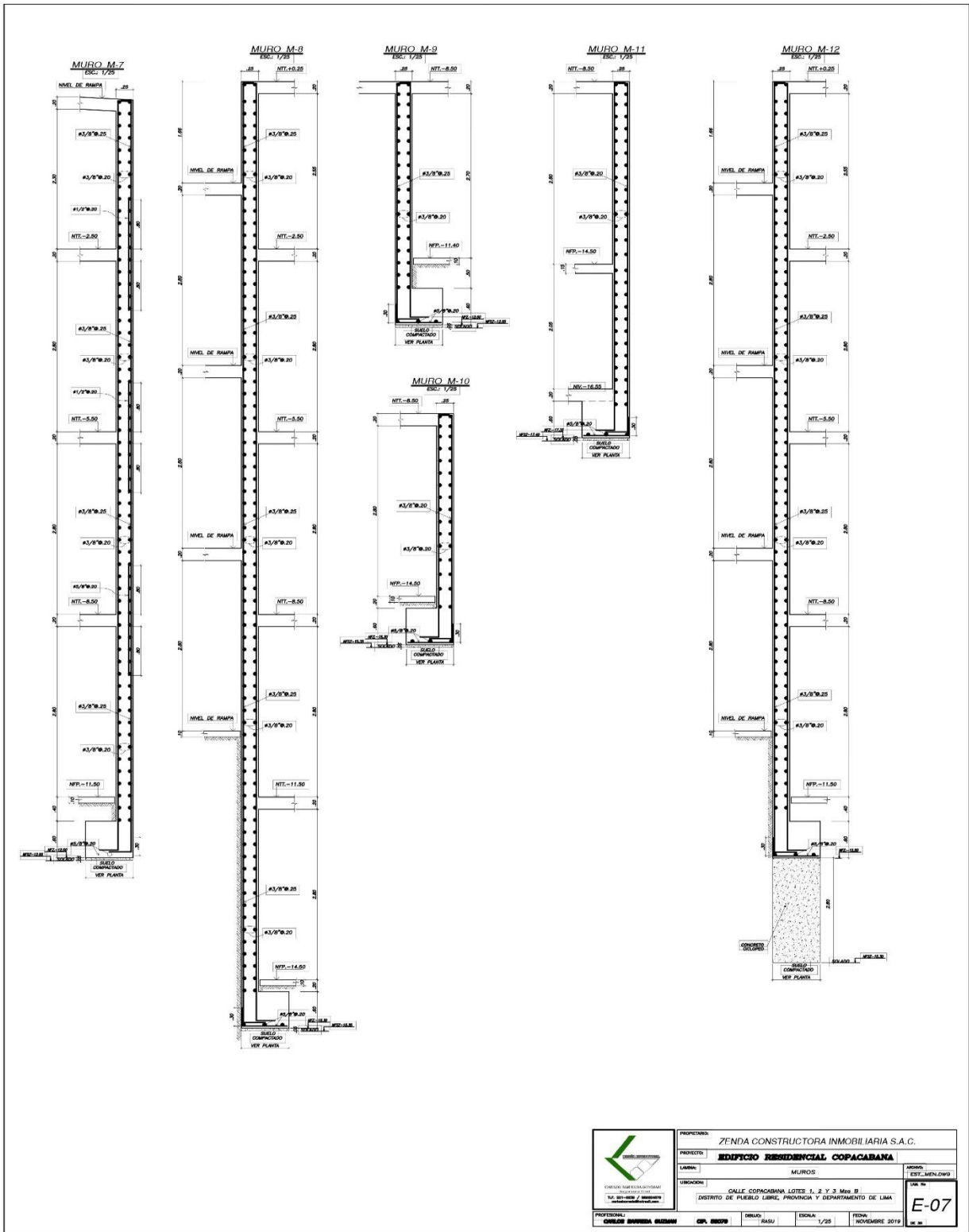
	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA
	LAVOR:	DETALLES DE ENCUENTRO COLUMNANA C1 CON VIGAS
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 AREA B DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
PROFESIONAL:	ING. CARLOS BARRERA GARCIA	FECHA: NOVIEMBRE 2019
E-04		1/20



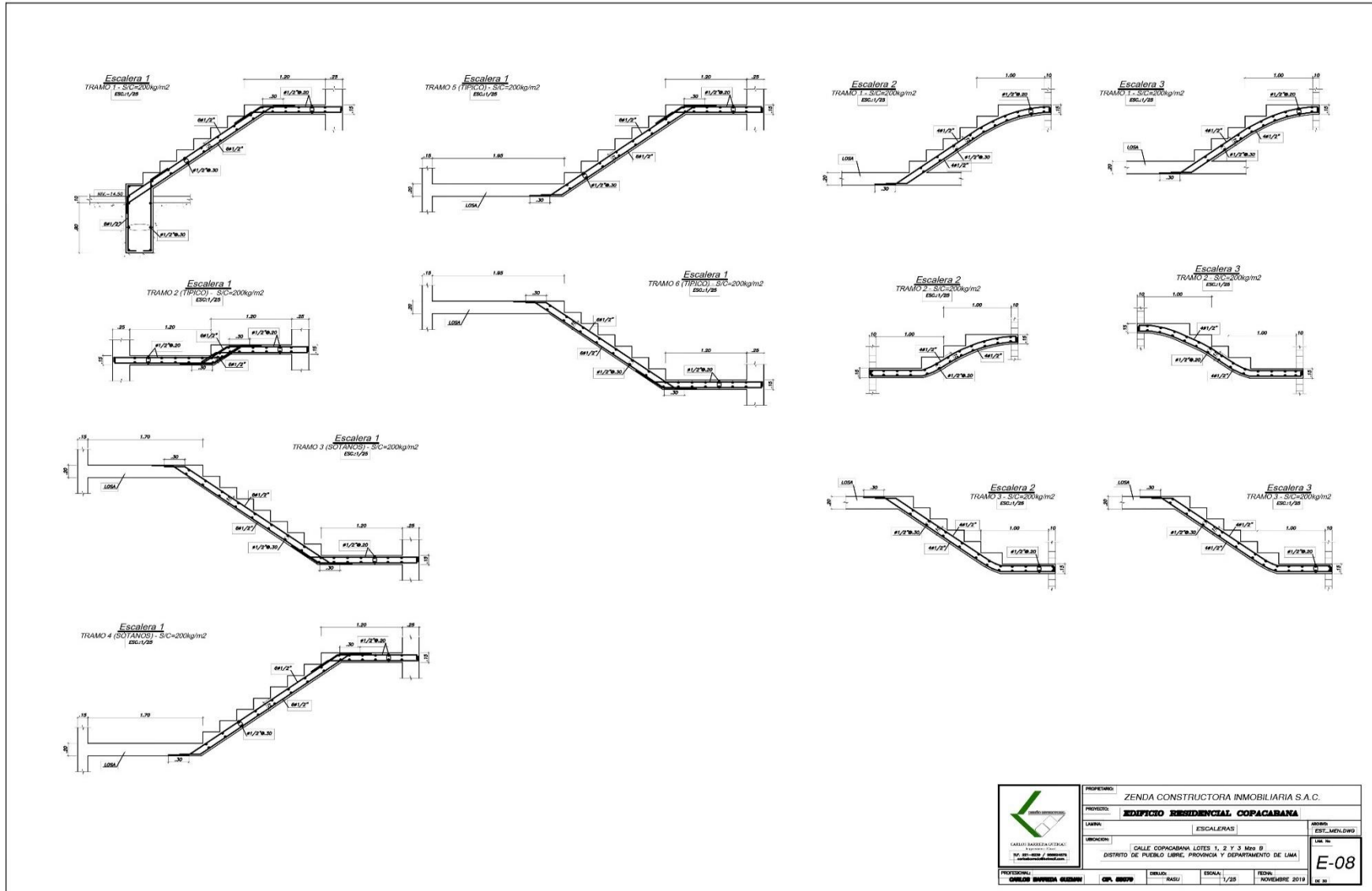
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

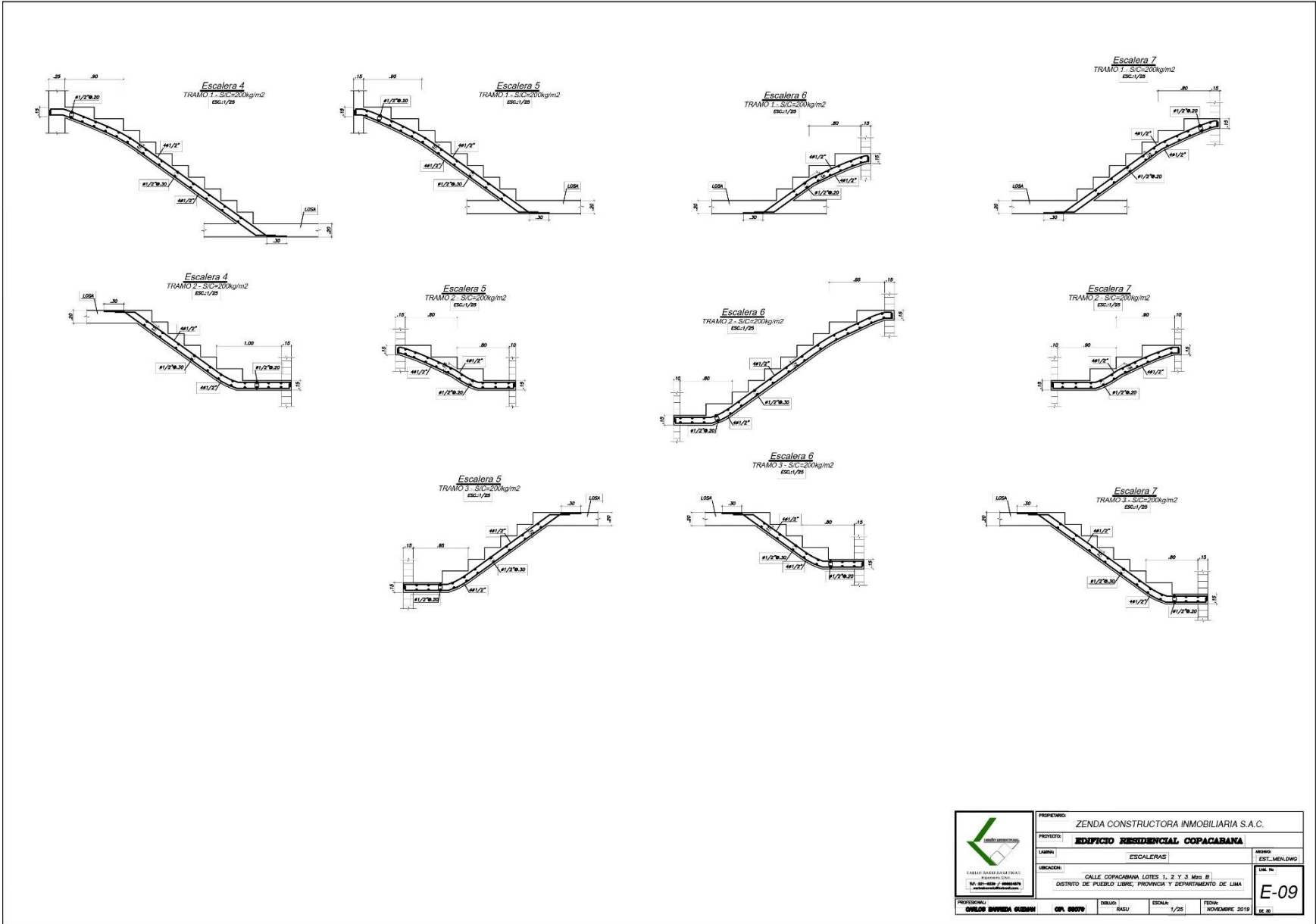


	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	HOJA:	EST_MEN.DWG
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	USO:	E-06
	LAMINA:	MUROS	ESCALA:	1/25
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 Man. B DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA:	NOVIEMBRE 2019
PROFESIONISTA:	OSWALDO BARRERA GARCIA	C.P.:	88077	DESB.
		DISEÑO:	RASU	



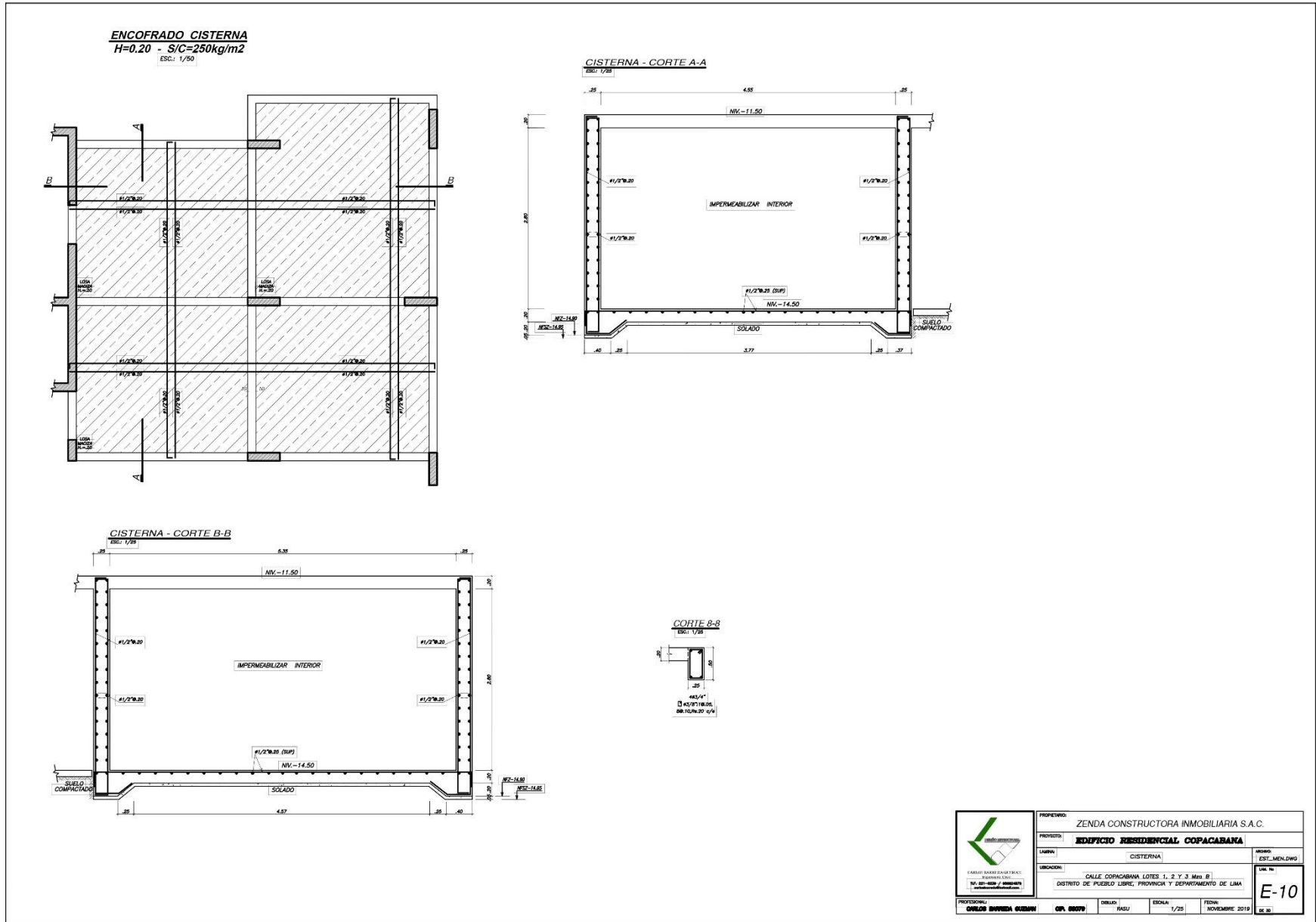
	PROPIEDAD:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	EST. NO.
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	EST. MEN. DWO
	LABOR:	MUROS	E-07
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 Mza B DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	
PROFESIONAL:	DRUJO:	FECHA:	
OSCARA INMOBILIARIA SUCREMA	CP. 88070	2019	NOVEMBRE 2019



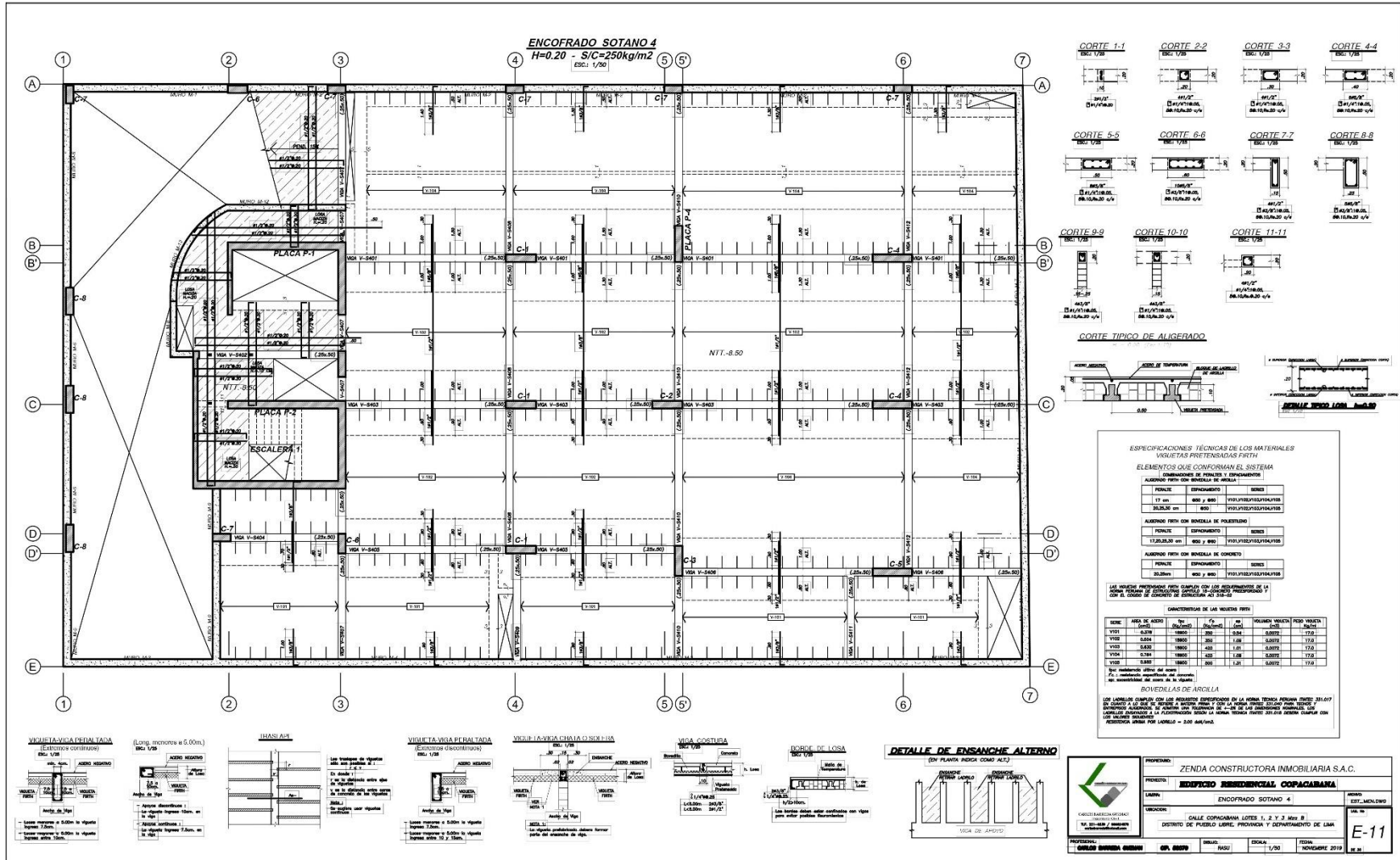


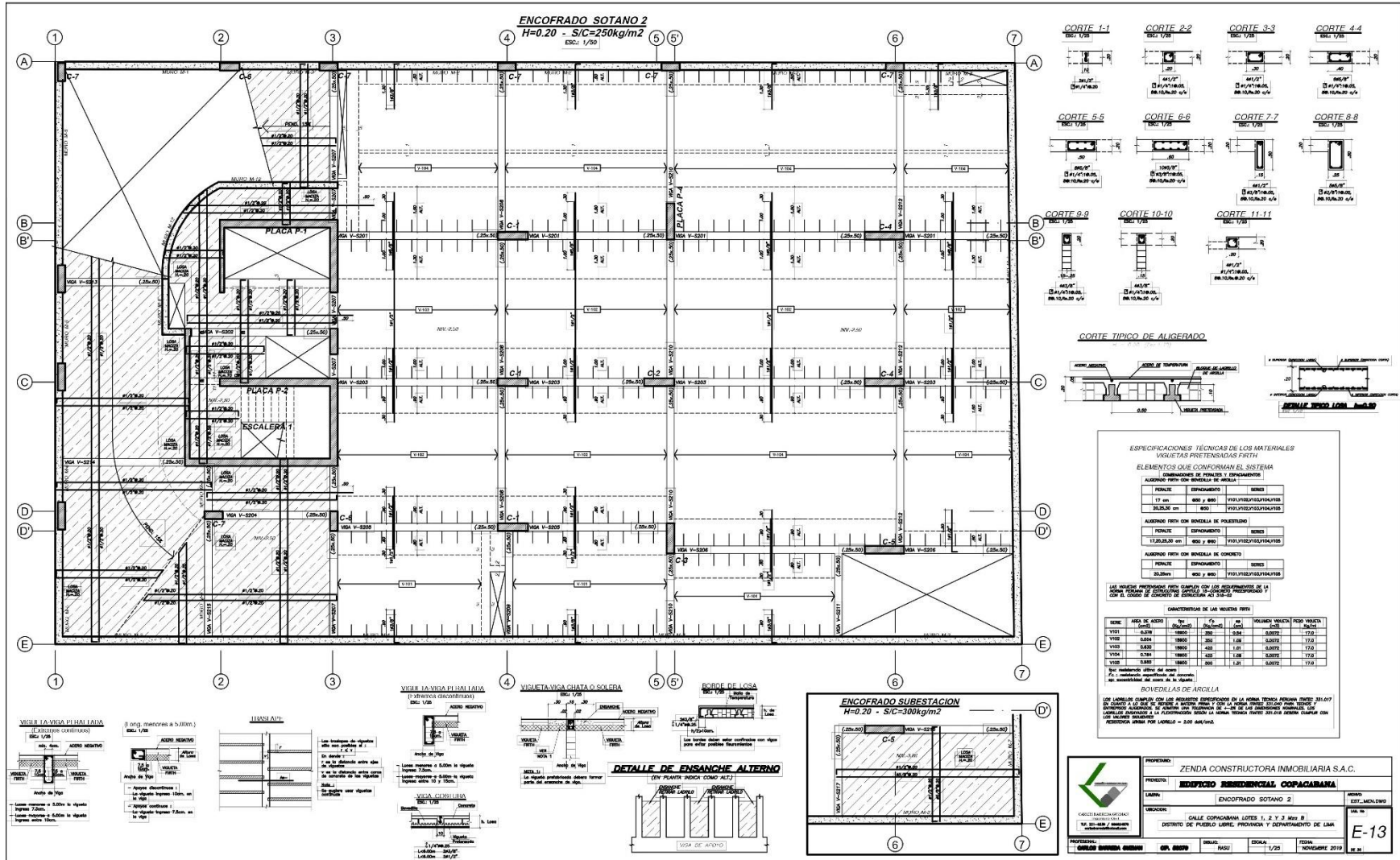
	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	
	LAMINA:	ESCALERAS	
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 Map. B) DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	
PROFESIONISTA:	ING. CARLOS BARRERA GARCIA	PROYECTO:	
ING. CARLOS BARRERA GARCIA	CIP. 88077	DISEÑO:	ING. CARLOS BARRERA GARCIA
		ELABORADO:	ING. CARLOS BARRERA GARCIA
		ESCALA:	1/25
		FECHA:	NOVIEMBRE 2019
		EX. 02	E-09

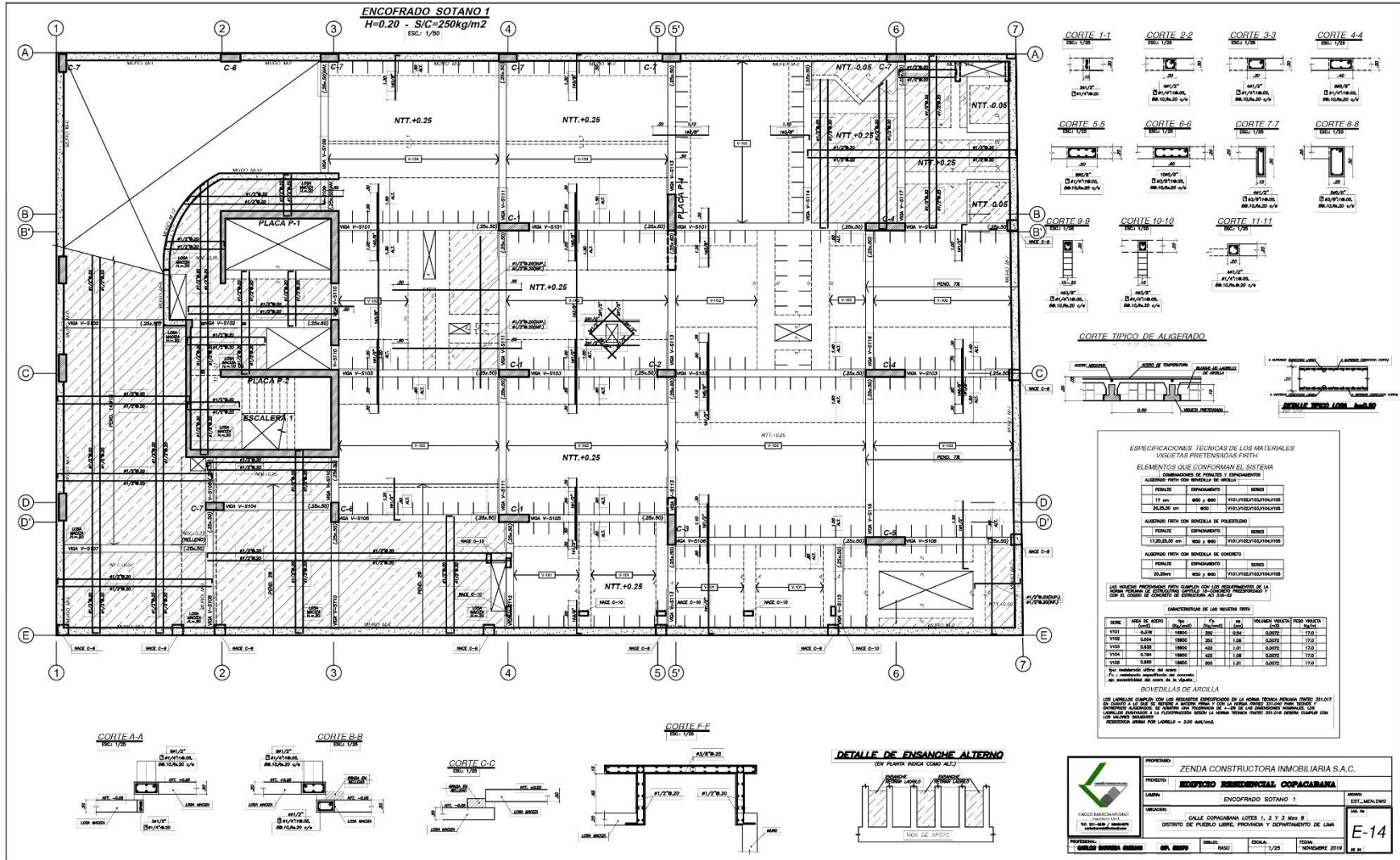
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

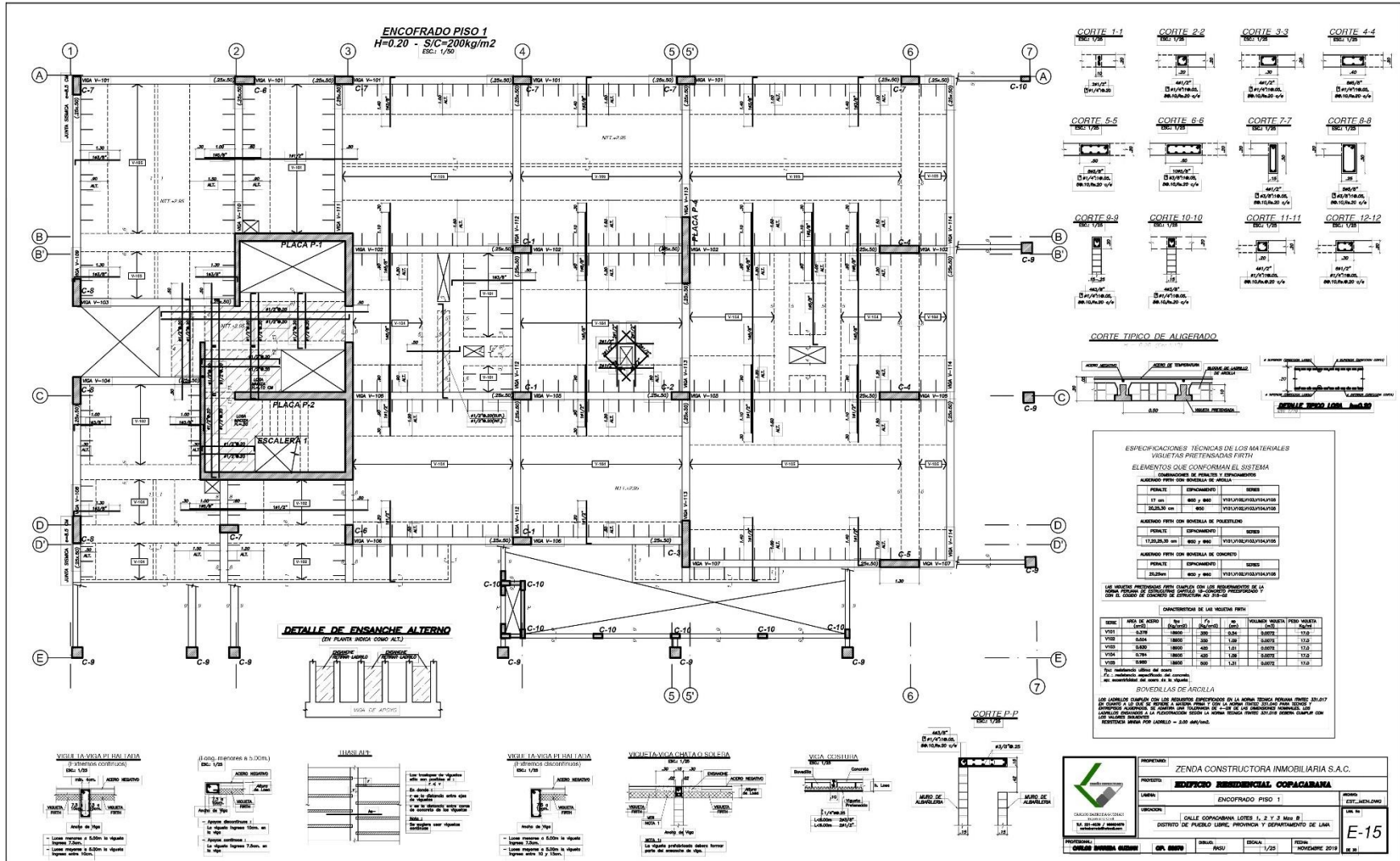


Salleres Untiveros, Renzo Antonio

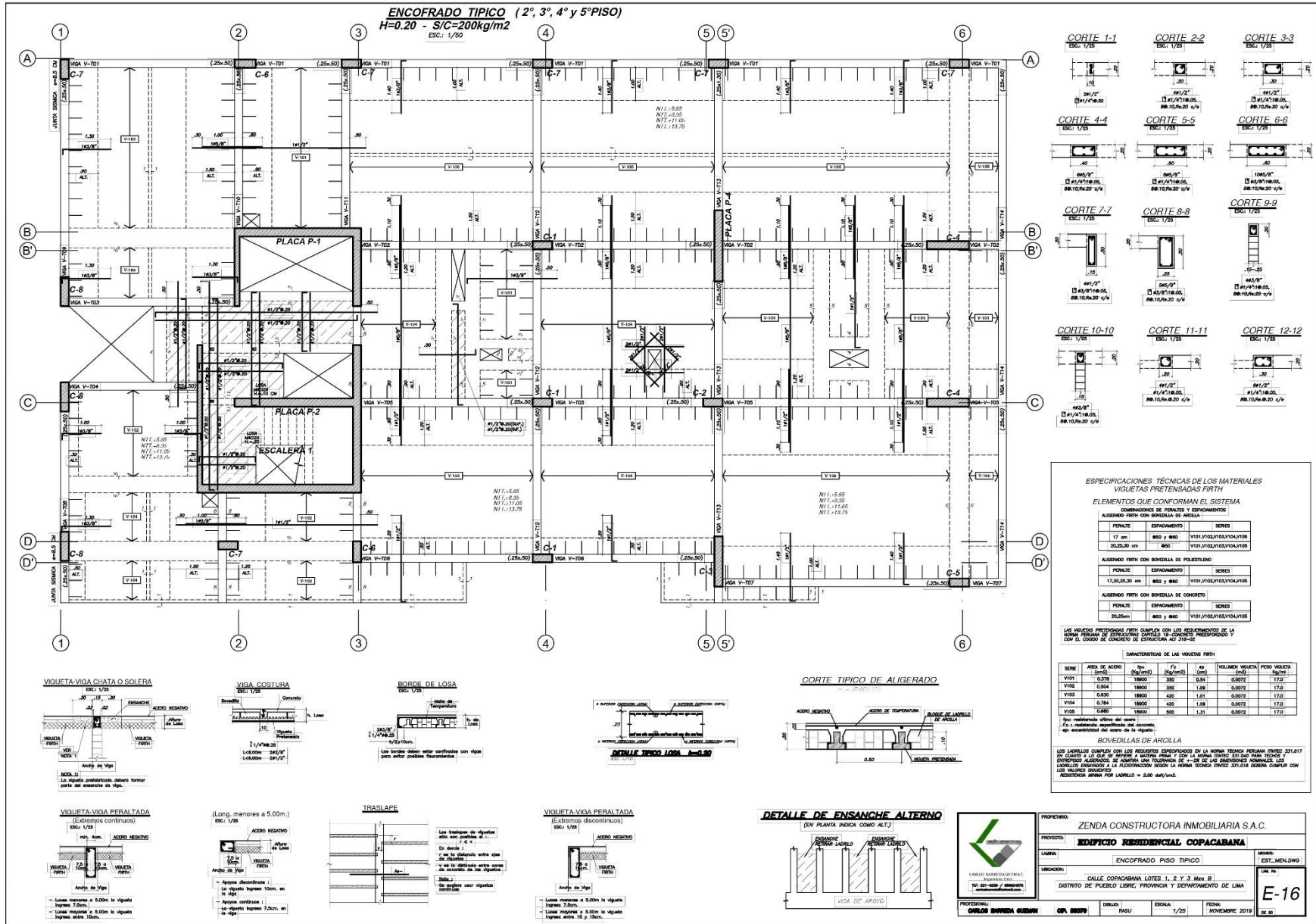


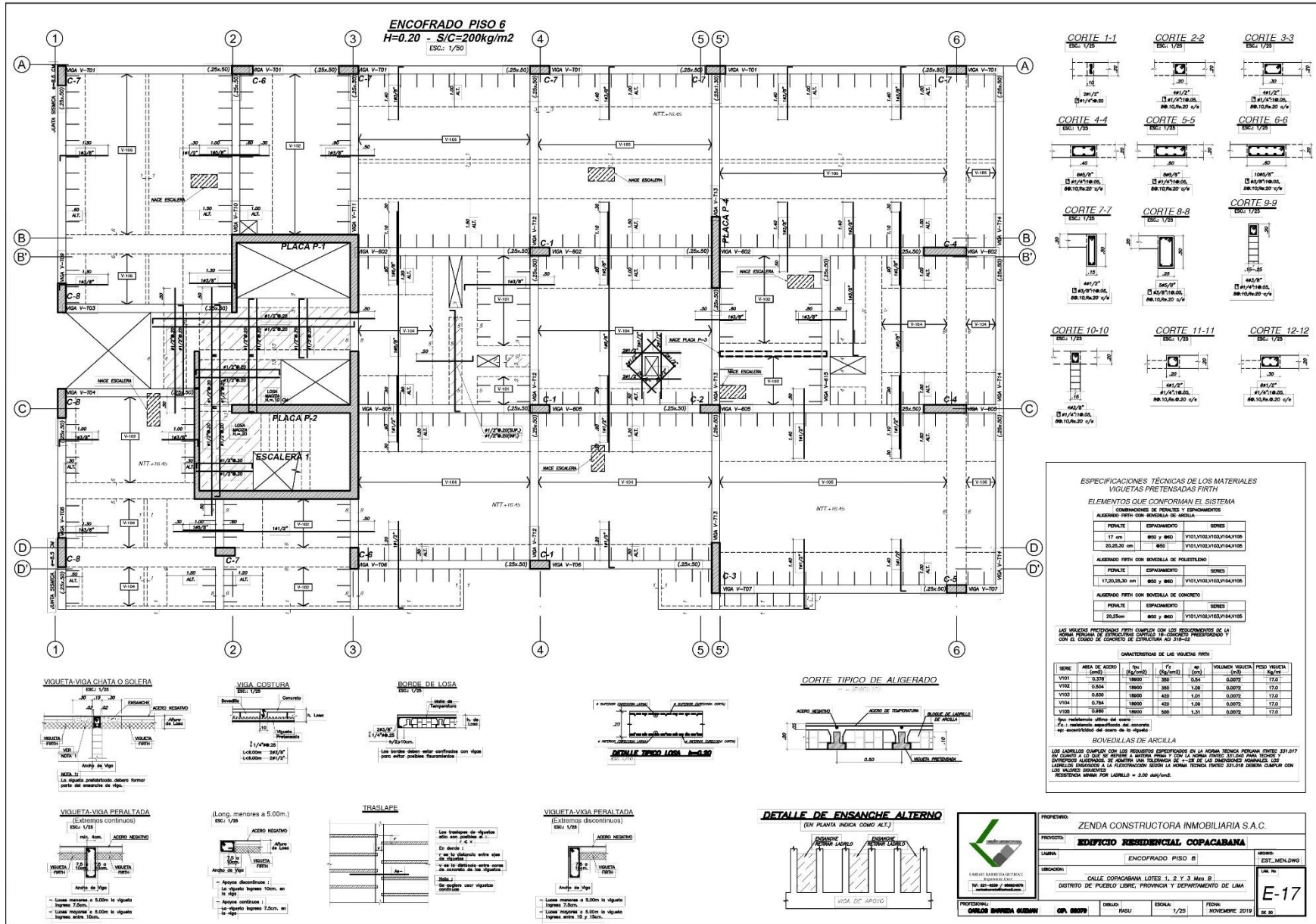


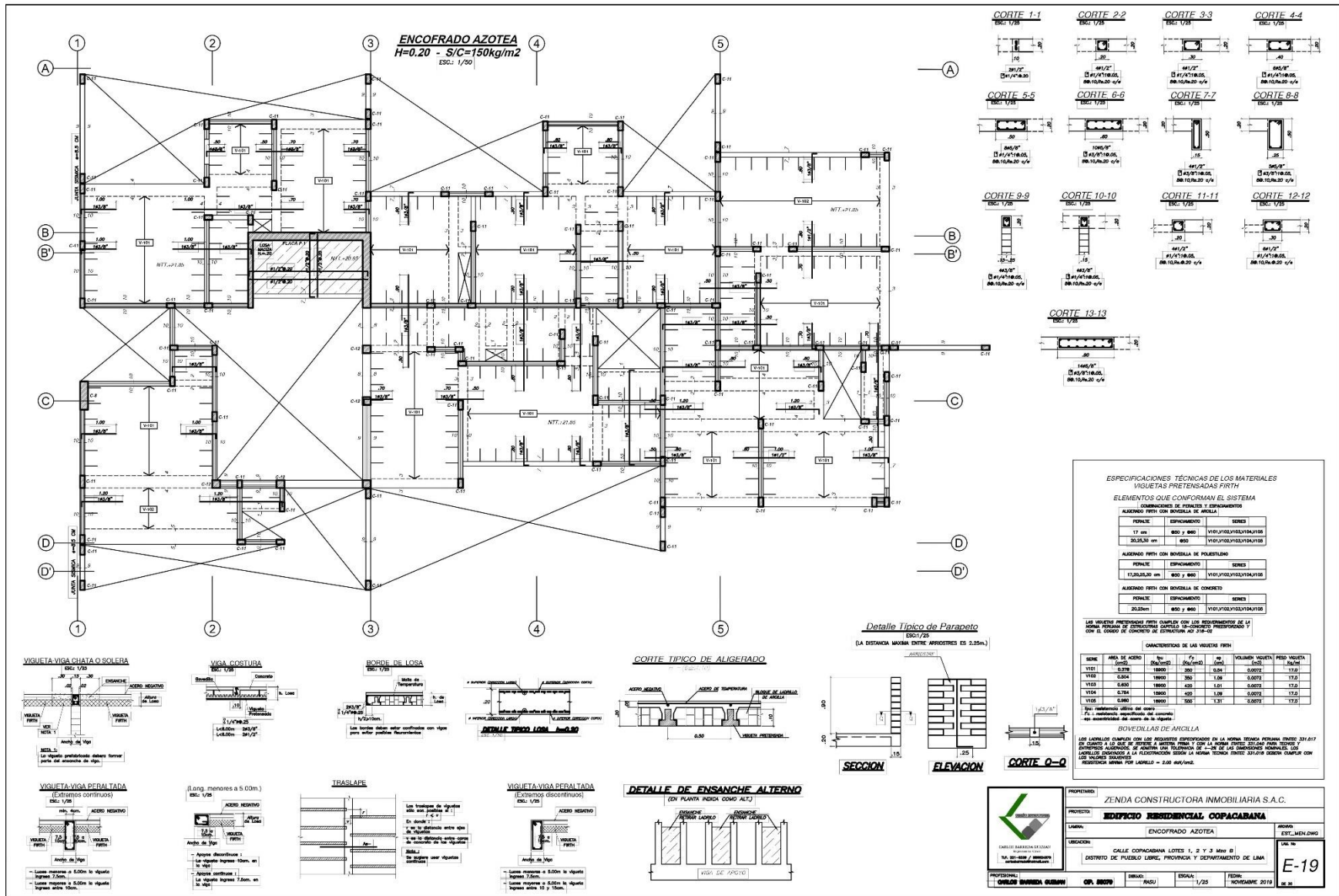


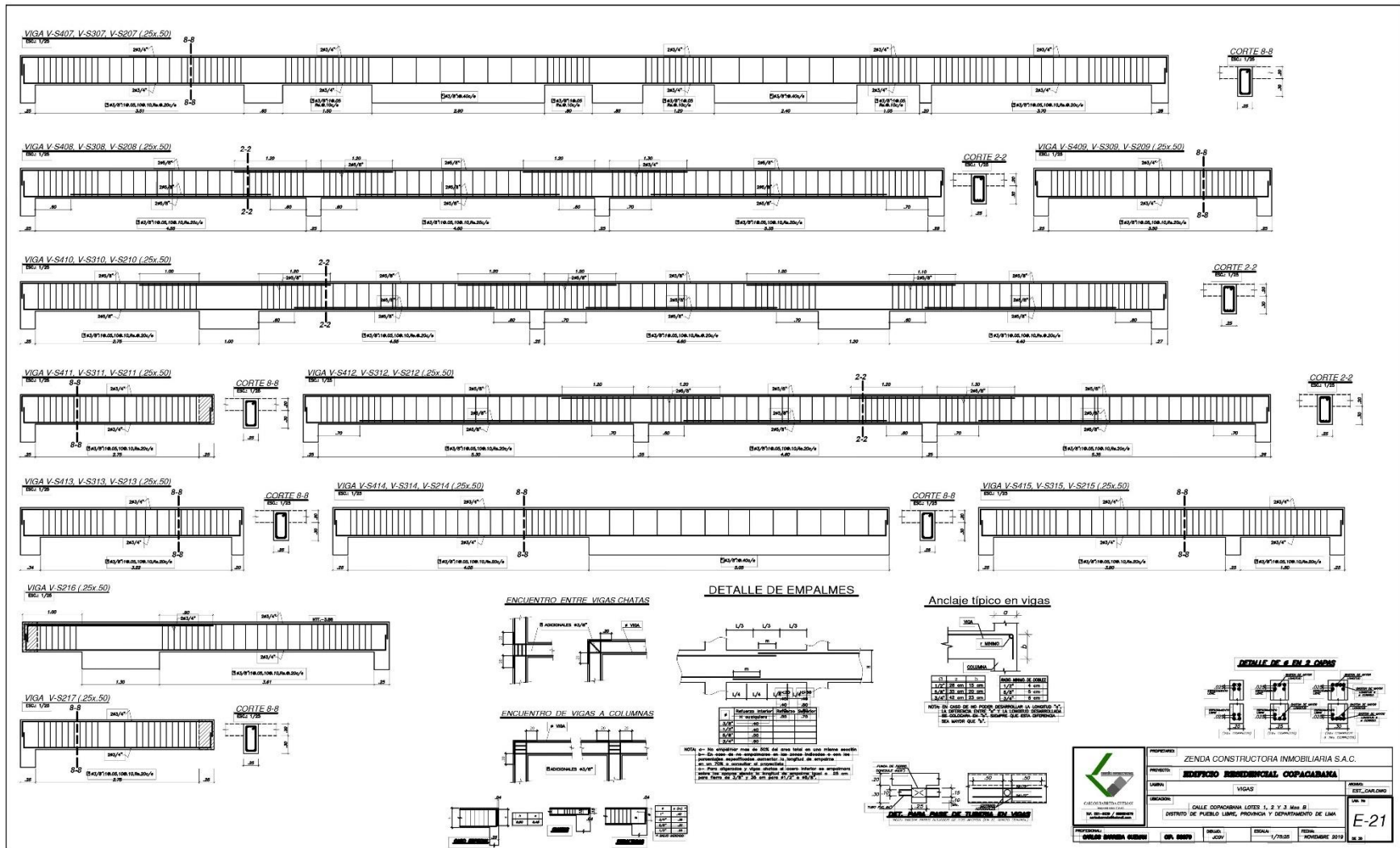


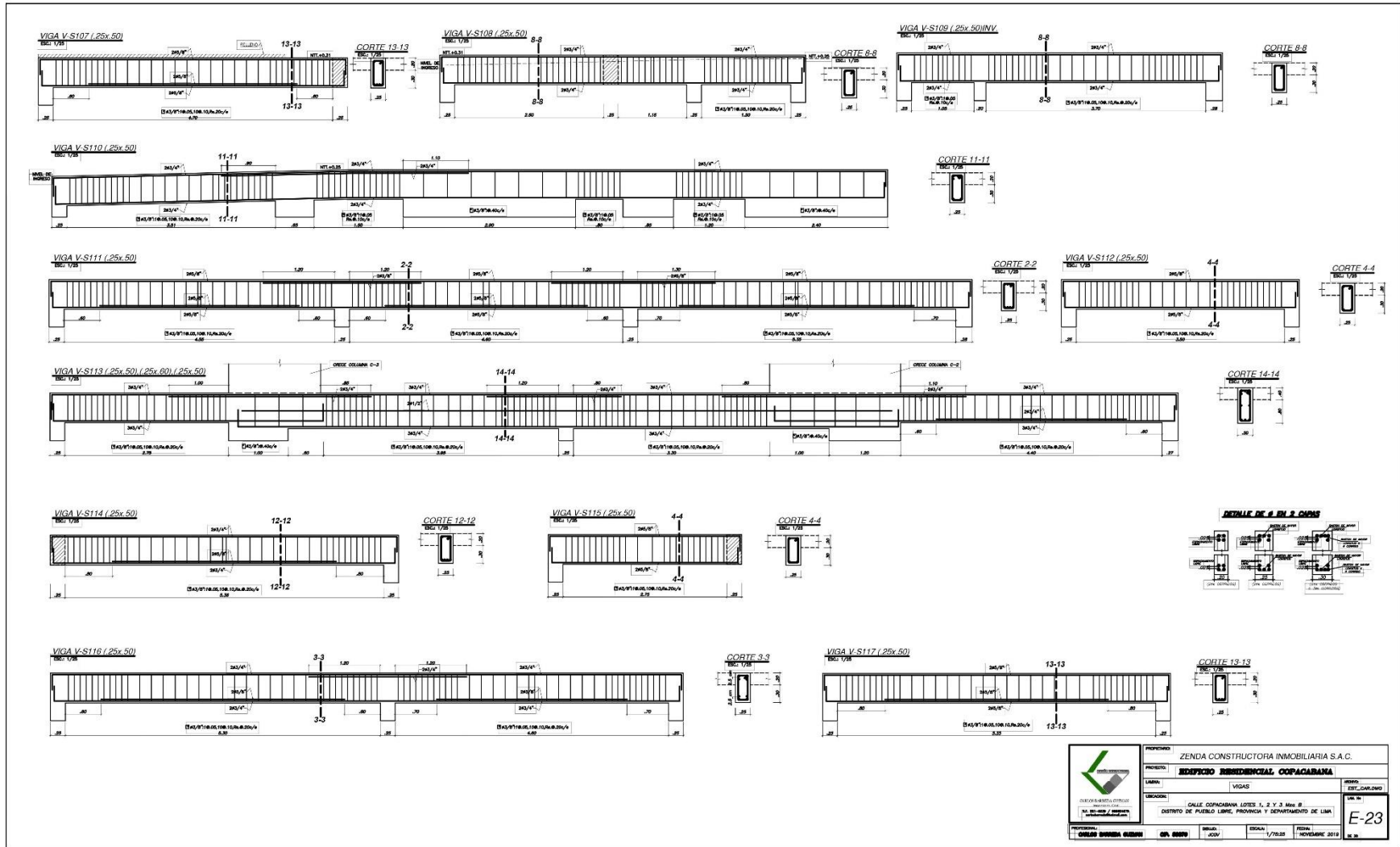
Salleres Untiveros, Renzo Antonio

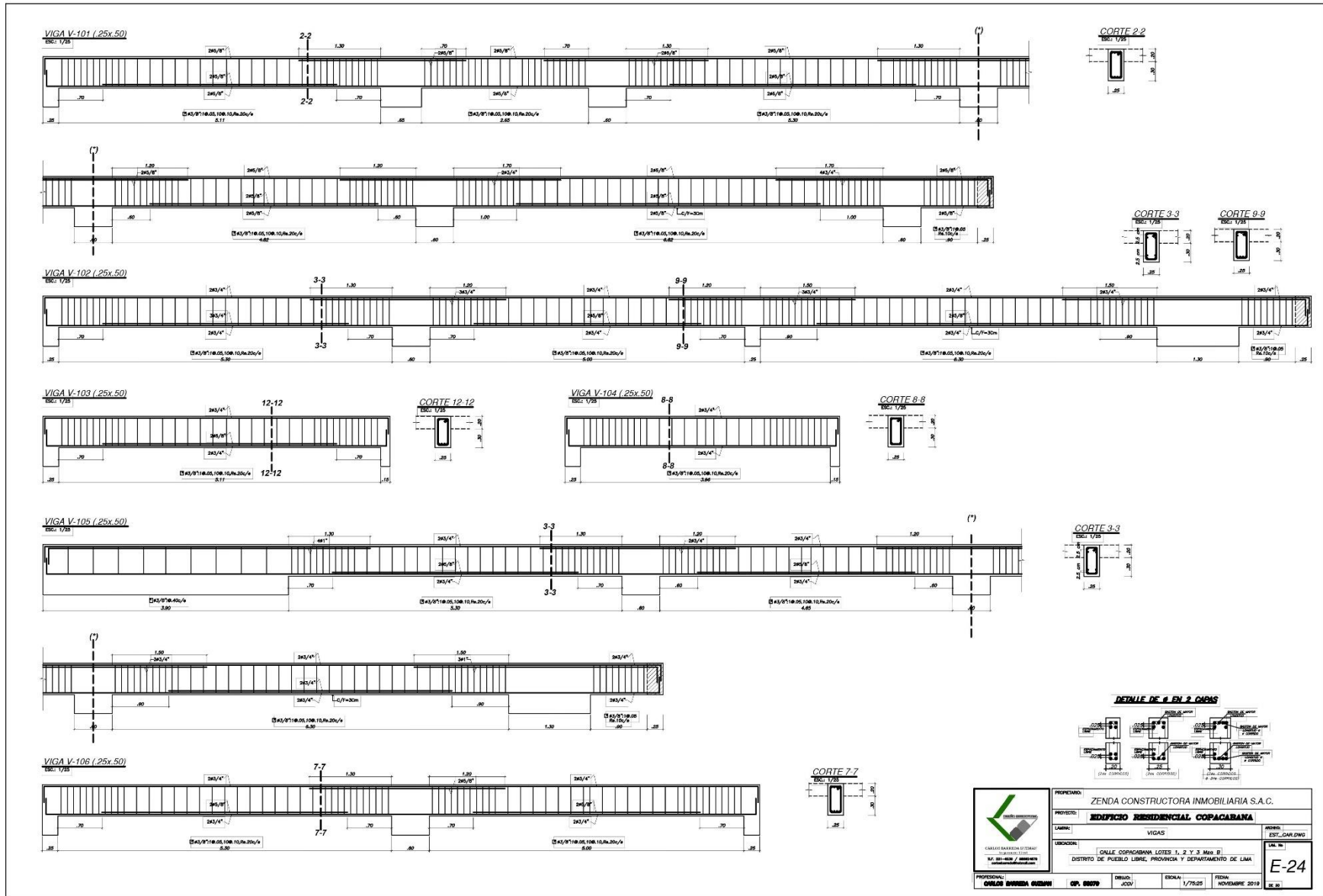




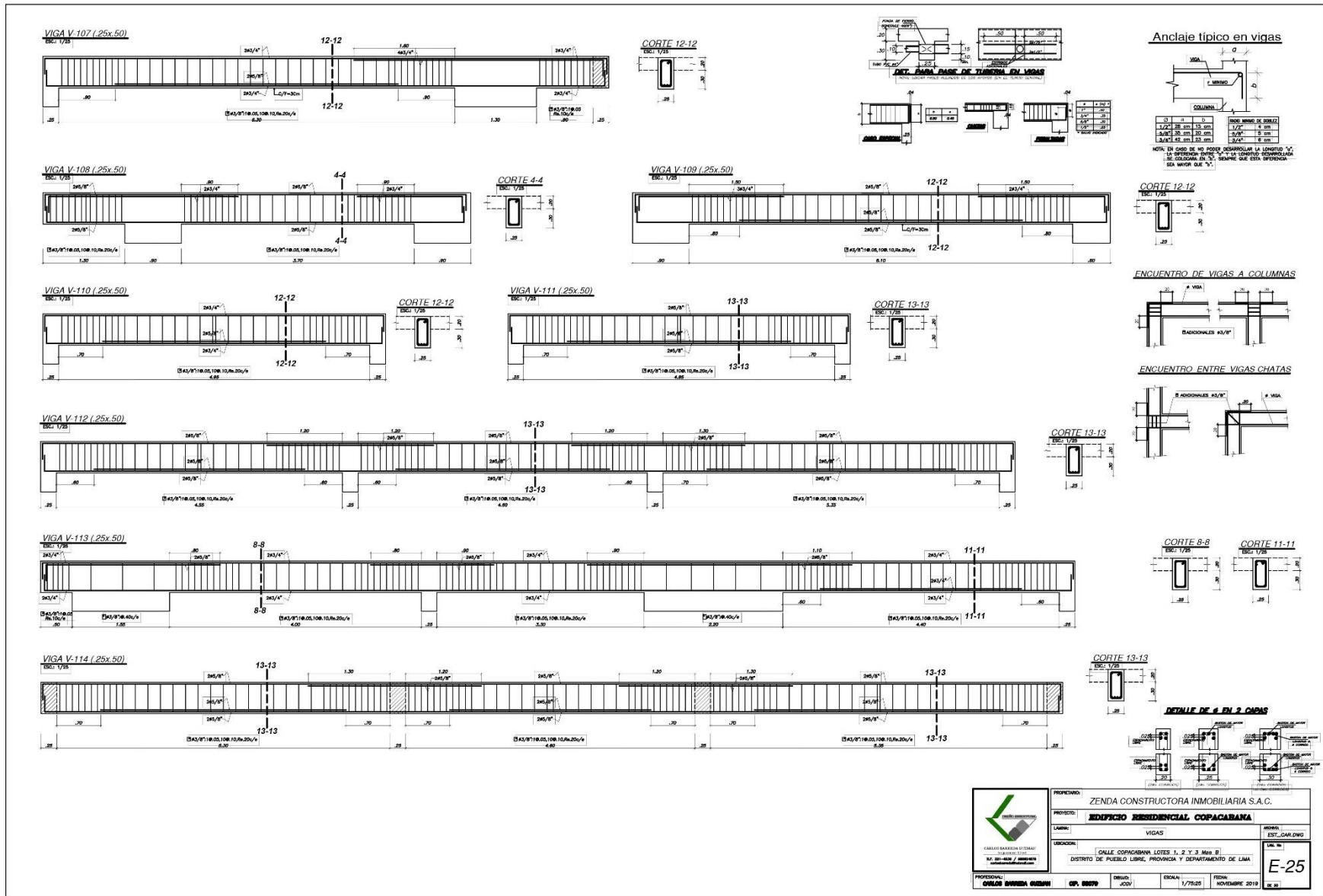




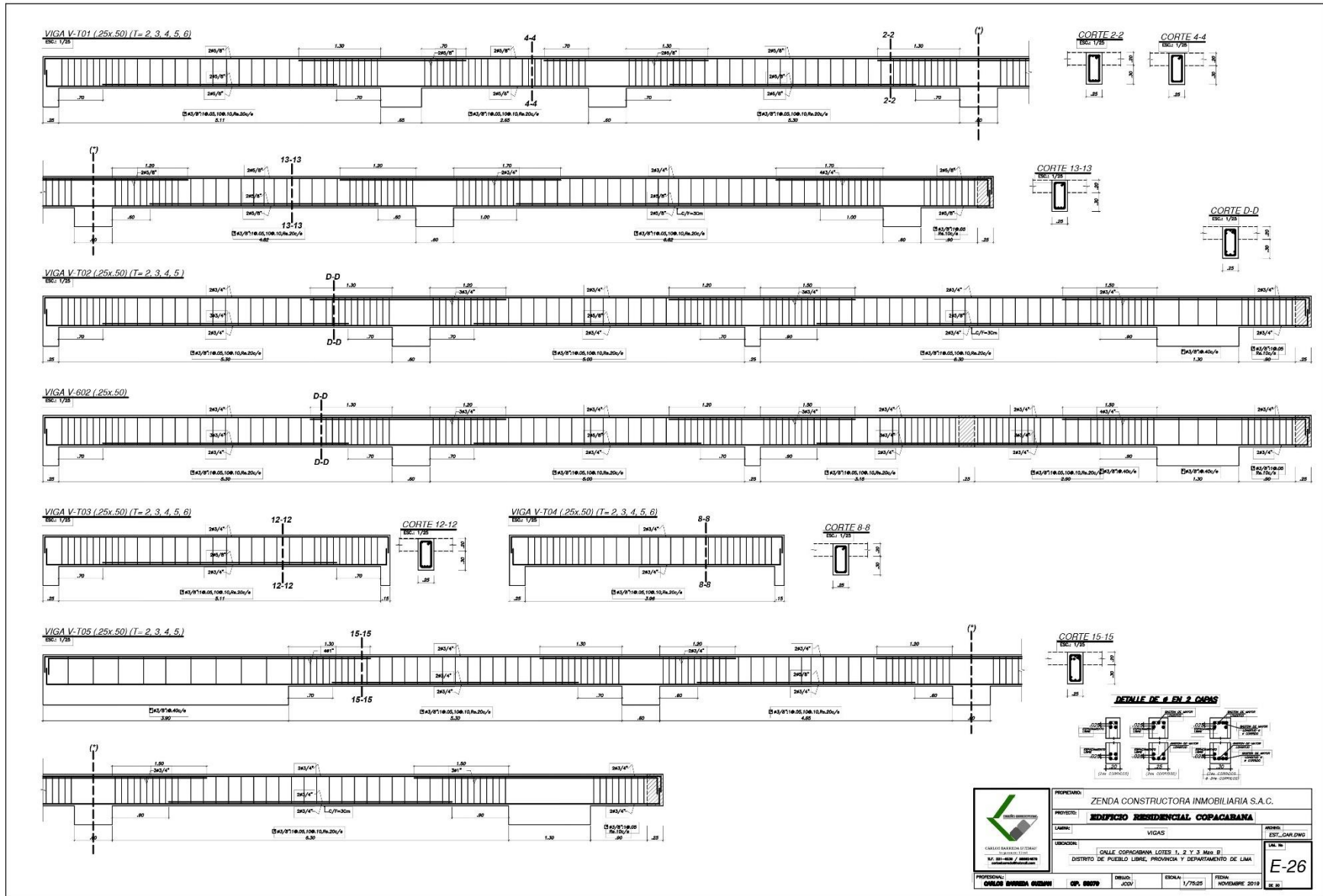




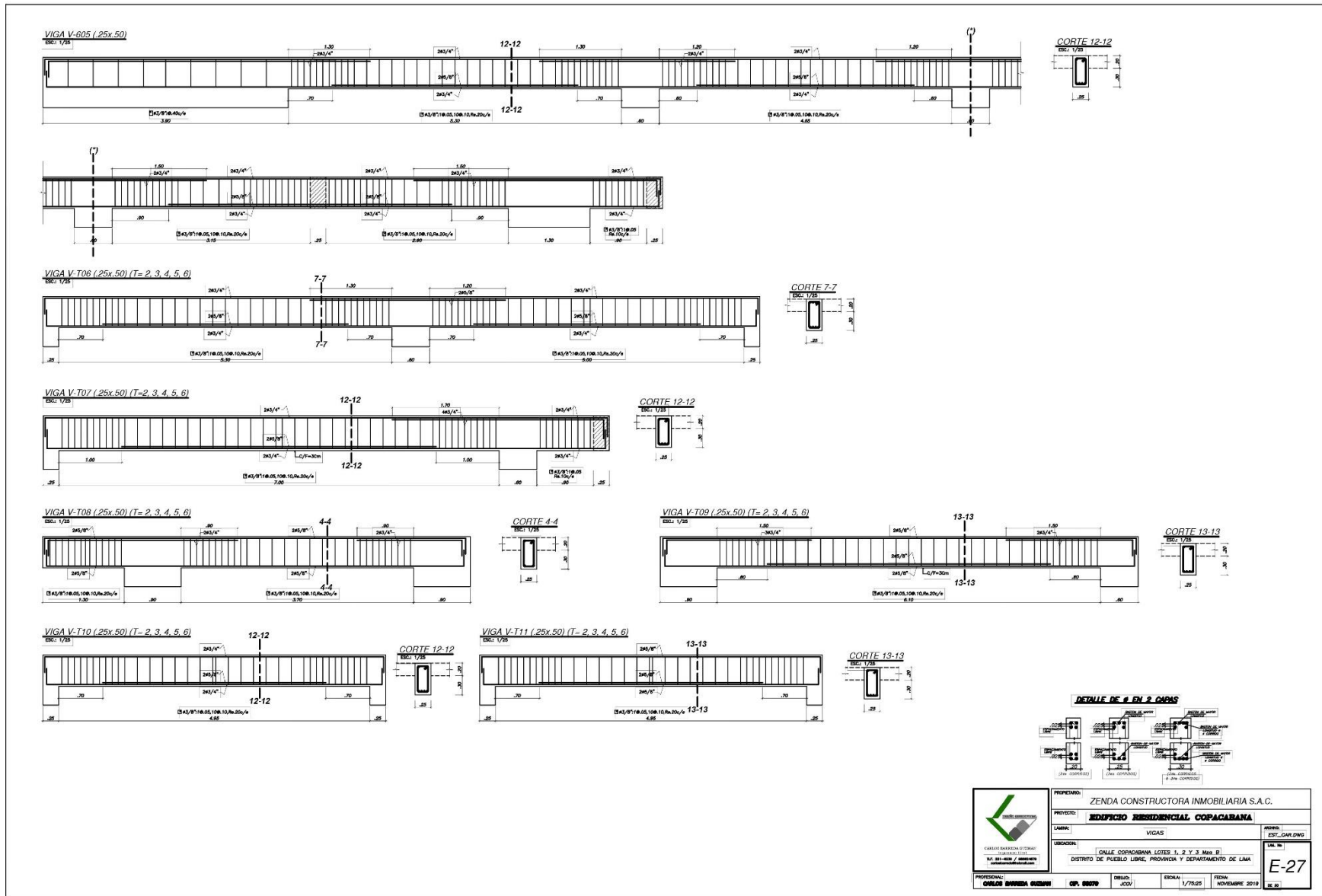
<p>CHILESE BARRERA SOTOMAYOR</p>	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	FORMA:	EST_CAR.DWG							
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	ESCALA:								
	LAMINA:	VIGAS	FECHA:								
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 MAS B-1 DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA:	NOVIEMBRE 2019							
PROFESIONAL:	ING. CARLOS BARRERA GUTIERREZ	CP:	08079	SECCION:	JCV	ESCALA:	1/75,00	FECHA:	NOVIEMBRE 2019	NO. DE PLAN:	E-24



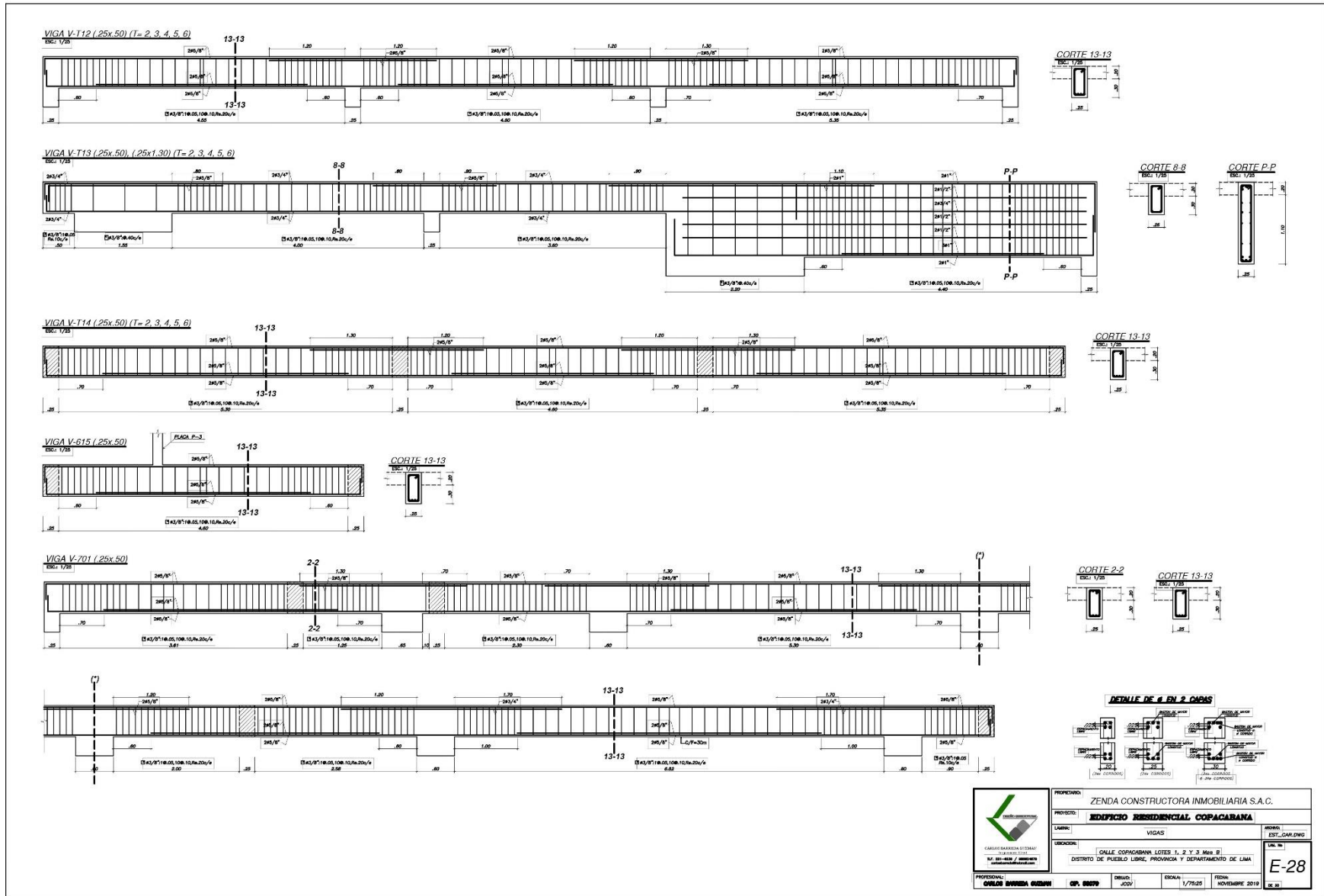
<p>CHILESE BARRERA SOTOMAYOR</p>	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	REVISOR:	EST_CAR.DWG	
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	ELABORADO:		
	LABOR:	VIGAS	FECHA:		
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 M.O. II DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	ESCALA:	1/750.00	
PROFESIONAL:	OSWALDO BARRERA GUTIERREZ	CP:	08079	FECHA:	NOVIEMBRE 2019
				<p>NO. DE PLAN: E-25</p>	




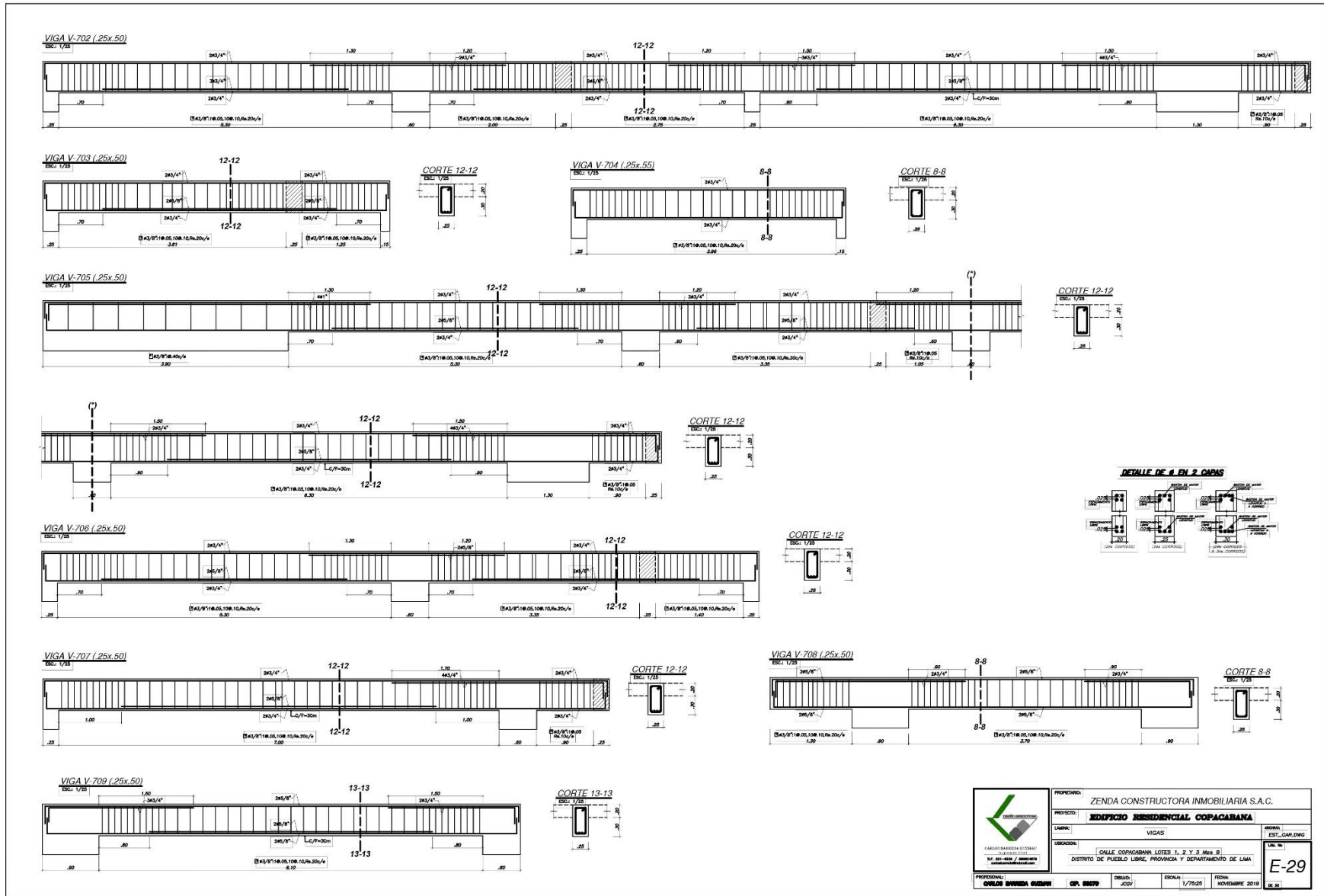
	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	HOJA:	EST_CAR.DWG					
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	ESCALA:	1:50					
	LUBRO:	VIGAS	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 MAS B DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA					
	PROFESIONAL:	RENZO ANTONIO SALLERES UNTIVEROS	CP:	08209					
		DEBIDO:	JCOV	ESCALA:	1/75,00	FECHA:	NOVIEMBRE 2019	NO. DE	E-26

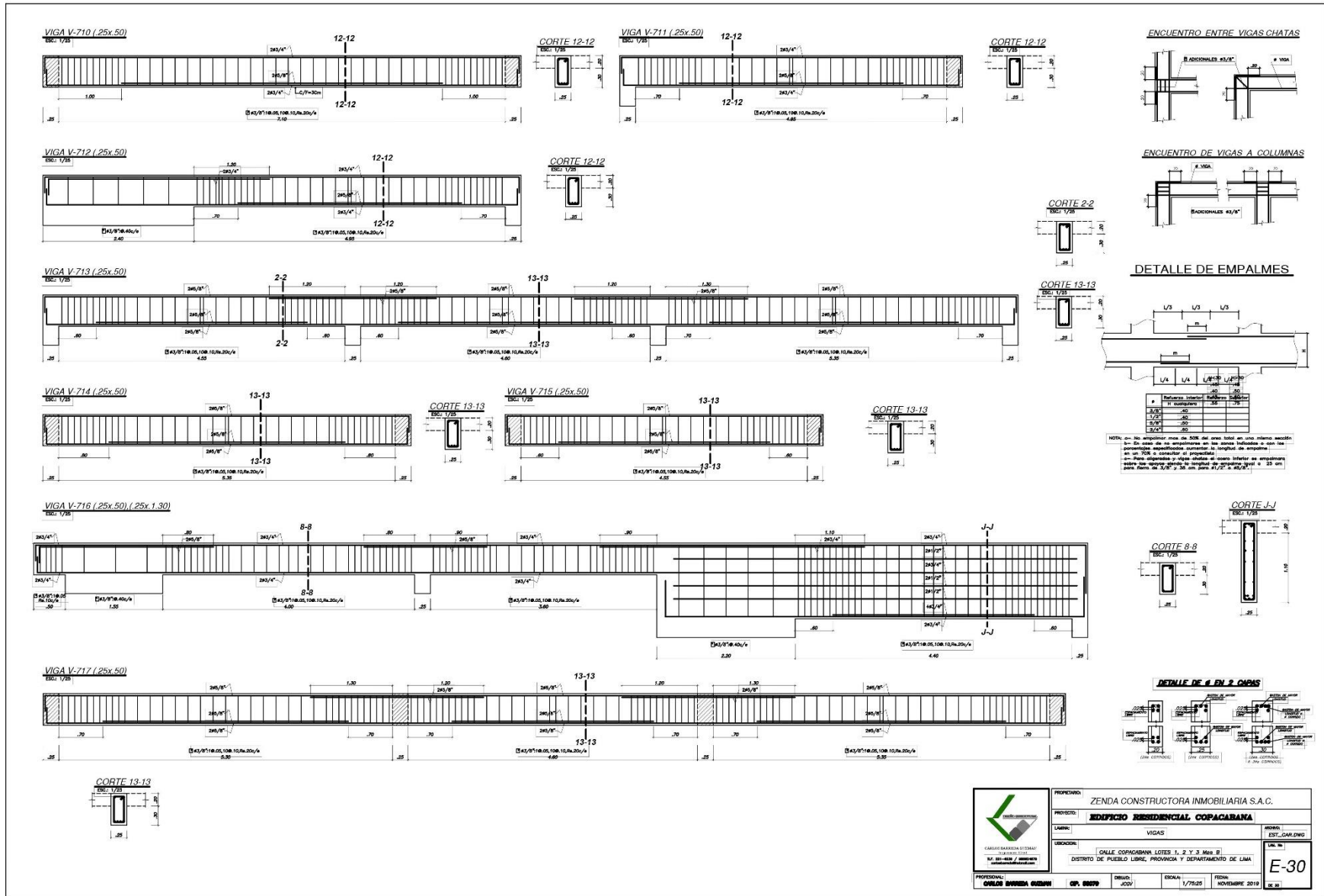


<p>CHILES BARRERA SOTOMAYOR</p>	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	HOJA:	EST_CAR.DWG
	LAVOR:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	ESCALA:	1/25
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 Mód. B DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA:	NOVIEMBRE 2019
	PROFESIONAL:	CHILES BARRERA SOTOMAYOR	CP:	08079



 <p>CARLOS BARRIOS SOTOMAYOR INGENIEROS</p>	PROYECTO:	ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.	HOJA:	
	PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL COPACABANA	HOJA:	EST_CAR.DWG
	LABOR:	VIGAS	NO. DE	
	UBICACION:	CALLE COPACABANA LOTES 1, 2 Y 3 MUD. II DISTRITO DE PUEBLO LIBRE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA	FECHA:	NOVIEMBRE 2019
PROFESIONAL:	CARLOS BARRIOS SOTOMAYOR	CP. 08079	DEBIDO:	JCOV
		ESCALA:	1/75.00	
				NO. DE
				E-28





Salleres Untiveros, Renzo Antonio

ANEXO N°4: PROYECTO MULTIFAMILIAR COPACABANA

**9.2 .- RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
(Según Norma E.050 Suelos y Cimentaciones)**

**SOLICITADO POR:
ZENDA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C.**

**PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR COPACABANA
Calle Copacabana N° 225-235 esquina Calle Salta 105, Mz B, Lotes 1, 2 y 3 Urb. Madre Mia
DISTRITO PUEBLO LIBRE, PROV. Y DPTO. LIMA**

De acuerdo con la Norma Técnica de Edificaciones E.050 "Suelos y Cimentaciones", la siguiente información deberá transcribirse en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, y deberá cumplirse con todo lo especificado en el presente estudio de Suelos y en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- *Tipo de cimentación.*- Cimentación superficial. Cimientos corridos y zapatas aisladas.
- *Estrato de apoyo de la cimentación.*- Mezcla mal graduada de grava en una matriz arenosa, medianamente compacto. (GP).
- *Parámetros de diseño para la cimentación:*
 - Nivel de fondo de cimentación.- A partir del estrato gravoso natural en una matriz arenosa (GP) detectado en el nivel más desfavorable a – 1.20m. (calicata C-3) con respecto al nivel +/- 0.00 que corresponde al nivel de la vereda por la Calle Copacabana igual a 1.20m. de profundidad para la calicata C-3 que arranca a +/- 0.00m.; y de profundidad de desplante mínimo $D_f = 1.20m$. con la utilización de subzapatas en el caso poco probable si el estrato gravoso (GP) se encuentre a mayor profundidad.
 - Presión Admisible = 5.0 Kg/cm². (490.50 Kpa)
 - Factor de Seguridad al Corte (estático y dinámico) = 3.0 y 2.50
 - Límite de distorsiones Angulares del orden de 1/300
- *Asentamiento diferencial máximo aceptable:* 1.0 cm.
- *Agresividad del suelo a la cimentación.*- No detectada. Se considera que la cimentación de las obras no presentará ningún problema con respecto a la presencia de sales solubles. Se podrá emplear Cemento Portland Tipo I.
- *Nivel de la Napa Freática.*- No encontrado.
- *Factor de Suelo (S)* = 1.0
- *Periodo predominante de vibración del suelo:* $T_p(s) = 0.4$ seg. y $T_L(s) = 2.5$ seg.
- **Recomendaciones adicionales:**
 - a) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial y estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.

Lima, Setiembre 2019