



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Cuatro Pisos
Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Moreno Aguirre, Jerry Brener (ORCID: 0000-0002-1771-3643)

Palacios Alfaro, Anggie Maria (ORCID: 0000-0002-2700-1471)

ASESOR:

Msc. Paccha Rufasto Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestro Dios por escucharnos, guiarnos, brindarnos sabiduría y fortaleza para afrontar toda adversidad día a día.

A nuestros padres sobre todas las cosas por ser uno de nuestros principales motivos de esfuerzo y superación.

A nuestros abuelos por sus sabios consejos, por ser ejemplo de superación a seguir y por formar parte importante en nuestras vidas día a día.

A todos nuestros amigos y parientes que durante nuestra etapa universitaria formaron parte de nuestro crecimiento personal y profesional.

Gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por acompañarnos en nuestros años de estudios universitarios, por habernos dado cualidades como la fortaleza en los momentos más difíciles de nuestra carrera y perseverancia.

De manera significativa, agradecemos a nuestros padres por siempre estar de manera permanente en nuestra vida, y por guiarnos siempre en toda nuestra formación académica.

A nuestra Universidad Cesar Vallejo, por albergarnos en su casa de estudios e impartir conocimientos en nuestra carrera de Ingeniería Civil.

Índice de contenidos

I.Introducción	13
II.Marco teórico	16
III.Metodología	22
3.2. Variables y operacionalización	23
3.3. Población, muestra y muestreo	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Metodología	27
3.7. Aspectos éticos	28
IV.Resultados	29
4.1. Estudio de mecánica de suelos	30
4.1.1. Ensayos de laboratorios	30
4.1.2. Diseño de mezcla	46
4.2. Diseño sismorresistente	61
4.2.1. Predimensionamiento	61
4.2.2. Modelamiento estructural	67
4.2.3. Diseño sismorresistente	71
Discusión	97
Conclusiones	102
Recomendaciones	104
Referencias	1066
Anexos	111

Índice de tablas

Tabla N° 01: Matriz de Operacionalización de variables.	24
Tabla N° 02: Factores de capacidad de carga de Terzaghi.	44
Tabla N° 03: Metrado de carga muerta y viva de la estructura.	70
Tabla N° 04: Categoría y sistema estructural de las edificaciones.	73
Tabla N° 05: Categoría y sistema estructural de las edificaciones.	74
Tabla N° 06: Categoría y Regularidad de las Edificaciones.	76
Tabla N° 07: Parámetros para el 1er Análisis Estático en ETABS.	75
Tabla N° 08: Periodos en dirección X, Y, Torsor de la edificación para el Sistema Estructural Aporticado – ETABS.	76
Tabla N° 09: Parámetros para el 2do Análisis Estático en ETABS.	79
Tabla N° 10: Periodos en dirección X, Y, Torsor de la edificación para el Sistema Estructural Dual – ETABS.	80
Tabla N° 11: Peso de la Edificación por Pisos.	81
Tabla N° 12: Tabla de verificación de irregularidad de Peso de la estructura	82
Tabla N° 13: Dimensiones de esquinas entrantes y dimensiones total de la estructura.	83
Tabla N° 14: Cortante total en Dirección X e Y.	84
Tabla N° 15: Cortante absorbida por muros en X e Y.	84
Tabla N° 16: Parámetros para el Análisis Estático final en ETABS.	85
Tabla N° 17: Cálculo de Cortante Basal para dirección X e Y.	86
Tabla N° 18: Parámetros para el Análisis Dinámico final en ETABS.	88
Tabla N° 19: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	93

Tabla N° 20: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.	94
Tabla N° 21: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección Y – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	95
Tabla N° 22: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección Y – Concreto Patrón.	96
Tabla N° 23: Características generales para elaboración del concreto con 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	98
Tabla N° 24: Cantidad de material por m ³ de concreto en obra con 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	98
Tabla N° 25: Comparación de resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.	99
Tabla N° 26: Comparación de resistencia a flexión del concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.	99
Tabla N° 27: Derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado en dirección X (Δx).	100

Índice de figuras

Figura N° 01. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.	30
Figura N° 02. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.	31
Figura N° 03. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.	32
Figura N° 04. Análisis granulométrico por tamizados y curva granulométrica.	33
Figura N° 05. Ensayo de contenido de humedad del suelo.	34
Figura N° 06. Ensayo de límite de consistencia del suelo.	35
Figura N° 07. Ensayo de densidad máxima y mínima para material que pasa por la malla N° 4.	36
Figura N° 08. Ensayo de corte directo del suelo para esfuerzos de 1, 2 y 4 kg/cm ² .	37
Figura N° 09. Resultados del ensayo de corte directo en relación a los esfuerzos aplicados.	38
Figura N° 10. Diagrama de esfuerzo cortante vs deformación tangencial y esfuerzo normal.	39
Figura N° 11. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.	41
Figura N° 12. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.	43
Figura N° 13. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.	46
Figura N° 14. Gravedad específica y absorción del agregado fino.	47
Figura N° 15. Peso unitario del agregado fino.	48

Figura N° 16. características del agregado fino.	49
Figura N° 17. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.	50
Figura N° 18. Peso unitario del agregado grueso.	51
Figura N° 19. características del agregado grueso.	52
Figura N° 20. característica global del agregado combinado (arena + piedra).	53
Figura N° 21. Diseño de mezcla patrón sin aplicación de fibra de acero galvanizado reciclado.	54
Figura N° 22. Diseño de mezcla especial con aplicación de 0.5% fibra de acero galvanizado reciclado.	55
Figura N° 23. Diseño de mezcla especial con aplicación de 1% fibra de acero galvanizado reciclado.	56
Figura N° 24. Diseño de mezcla especial con aplicación de 1.5% fibra de acero galvanizado reciclado.	57
Figura N° 25. Gravedad específica y absorción de la fibra de acero galvanizada reciclada.	58
Figura N° 26: Resultados de los ensayos de roturas de probetas cilíndricas a compresión uniaxial.	59
Figura N° 27. Resultados de los ensayos de roturas de probetas prismáticas a flexión.	60
Figura N° 28: Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas.	61
Figura N° 29: Espesor mínimo de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores.	63
Figura N° 30. Longitud efectiva de viga mas desfavorable de plano estructural.	64
Figura N° 31: Altura minima de vigas no preesforzada.	64
Figura N° 32: Área tributaria soportada por columna central.	66
Figura N° 33. Vista en Planta del plano estructural en ETABS.	68
Figura N° 34: Vista en 3D de la edificación en ETABS.	69

Figura N° 35: Vista en 3D de la edificación en ETABS.	69
Figura N° 36: categoría de las edificaciones y factor de uso.	73
Figura N° 37: Inserción del Coeficiente de Aceleración Sísmica obtenido en el ETABS.	76
Figura N°38: Vista en Planta del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.	77
Figura N° 39: Vista en elevación del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.	78
Figura N° 40: Vista en 3D del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.	78
Figura N° 41: Definición de parámetros de Carga muerta y viva en el Mass Source Data - ETABS 2018.	81
Figura N° 42. Irregularidad por Esquinas Entrantes.	83
Figura N° 43: Inserción de excentricidad accidental dentro del programa ETABS.	86
Figura N° 44: Porcentaje de participación de masa en los Modos de vibración de la Estructura.	87
Figura N° 45: Espectro de Respuesta en Dirección X.	88
Figura N° 46: Espectro de Respuesta en Dirección Y.	89
Figura N° 47: Asignación de Espectro acaso de Carga Dinámica en X.	89
Figura N° 48: Asignación de Espectro acaso de Carga Dinámica en X.	90
Figura N° 49: Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	90
Figura N°50: Periodos de Vibración para concreto patrón.	91
Figura N° 51: 1er Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	91

Figura N° 52: 2do Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	91
Figura N° 53: 2do Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	92
Figura N° 54: Limites para la distorsión del entrepiso - E-030.	92
Figura N° 55: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	93
Figura N°56: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.	94
Figura N° 57: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.	95
Figura N° 58: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.	96
Figura N° 59: Comparación de derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra y acero galvanizado en dirección X (Δx).	101
Figura N° 60: Comparación de derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra y acero galvanizado en dirección Y (Δy).	101

RESUMEN

La presente investigación, consiste en el estudio, diseño, experimentación y análisis del concreto aplicando fibras de acero galvanizado reciclado, siendo estas provenientes de proyectos de remodelación de arquitectura, principalmente de desmontajes de las estructuras de drywall.

La metodología de estudio inicia con los estudios de mecánica de suelos y agregados del concreto con el fin de obtener sus propiedades físicas y mecánicas. Para posteriormente realizar el diseño de mezcla aplicando fibras de acero galvanizado reciclado.

Una vez diseñado y experimentado este tipo de concreto, se procederá a la aplicación y observación del comportamiento en pórticos que conforman la edificación multifamiliar de 4 pisos, ubicado en el distrito de Pachacamac. Este proceso se realizará por medio de un software de ingeniería con datos reales obtenidos de pruebas de laboratorio.

Teniendo el modelo digital de la estructura aporticada en el software se procederá al análisis estático y dinámico de la edificación. Posteriormente se procederá a la simulación sísmica que brinda el software para la verificación de desplazamientos laterales y comprobación con la normativa nacional vigente.

Finalmente, ya realizada y comprobada la simulación sísmica de la edificación se concluye y recomienda en base a los ensayos y resultados obtenidos.

Palabras Clave: Fibras de acero galvanizado, concreto, mecánica de suelos, pórticos.

ABSTRACT

This research consists of the study, design, experimentation and analysis of concrete by applying recycled galvanized steel fibers, these coming from architectural remodeling projects, mainly from disassembling drywall structures.

The study methodology begins with the mechanical studies of soils and concrete aggregates in order to obtain their physical and mechanical properties. To later carry out the mix design by applying recycled galvanized steel fibers.

Once you have designed and experienced this type of concrete, we will proceed to the application and observation of the behavior in porticoes that make up the 4-story multifamily building, located in the Pachacamac district. This process will be carried out by means of engineering software with real data obtained from laboratory tests.

Having the digital model of the structure provided in the software, we will proceed to the static and dynamic analysis of the building. Subsequently, the seismic simulation provided by the software for the verification of lateral displacements and verification with the current national regulations will be carried out.

Finally, once the seismic simulation of the building has been carried out and verified, it is concluded and recommended based on the test and results obtained.

Keywords: Galvanized steel fibers, concrete, soil mechanics, gantries.

I. Introducción

La construcción representa un papel muy importante dentro de la economía y desarrollo de un país. Sin embargo, Paredes y Palomino (2014) manifiestan que, a principios del siglo XIX, con el primer boom económico que tuvo el Perú dio a mostrar el gran déficit y la necesidad de viviendas dignas para muchos peruanos, la cual aumentó debido a las constantes migraciones ocasionando así el crecimiento poblacional y la demanda por espacios habitacionales de las principales ciudades del país. (p. 4). De tal manera, se aprecia la importancia que tiene la construcción de viviendas e infraestructuras para el crecimiento y desarrollo del país.

Existe una parte de la población que habitan en zonas en pleno desarrollo conocidos como Asentamientos Humanos. De los Ríos (2020) menciona que, la gran mayoría se encuentran ubicados en suelos muy pobres y terrenos muy accidentados de las principales ciudades del país. Lo cual genera una mayor vulnerabilidad de las infraestructuras ante fenómenos naturales como sismos, lluvias, huaicos y entre otros factores que estimulan el riesgo de falla de las infraestructuras nacionales entre ellas las viviendas (p. 1). Es por ello, que surge la necesidad de construir viviendas de calidad que garanticen la seguridad y brinden el confort adecuado de sus usuarios.

Basándonos en las propiedades del concreto. Corcuera y Vela (2018) mencionan que, el concreto debe tener en cuenta tres criterios para tener una buena funcionalidad: costo de los materiales y construcción; durabilidad y buen comportamiento ambiental (p.18). Quiere decir que, al innovar en un nuevo diseño de mezcla se debe cuidar de mantener las propiedades principales.

El presente trabajo de investigación pretende establecer un diseño estructural aporticado con un modelo de mezcla de concreto no convencional, compuesto por cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y acero reciclado de los componentes estructurales de construcciones con drywall. Con la finalidad de mejorar la resistencia y calidad de los elementos estructurales de las viviendas en el distrito de Pachacamac.

El problema de investigación formulado es ¿Como influye el concreto con fibras de acero galvanizado reciclado en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021?, otro problema identificado es; ¿Por qué es importante el diseño de mezcla de concreto adicionando fibra de acero galvanizado reciclado en un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021? y ¿De qué manera el acero galvanizado reciclado influye en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021?.

Es de acuerdo con ello que, el objetivo principal de esta investigación es determinar cómo influye el concreto con fibras de acero galvanizado reciclado en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021. Y los objetivos específicos formulados son establecer el diseño de mezcla de concreto adicionando fibra de acero galvanizado reciclado en un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021 y determinar de qué manera la fibra de acero galvanizado reciclado influye en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021.

Por otro lado, la presente investigación se justifica por la importancia de brindar viviendas más seguras mediante el diseño de estructuras sismorresistentes en una sociedad estructuralmente vulnerable. Así mismo, garantizar un mayor tiempo de vida útil de las estructuras multifamiliares debido a la resistencia estructural ante cualquier fenómeno natural, físico y químico.

II. Marco teórico

Paredes y Palomino (2014) mencionan que, en el Perú existe un gran déficit habitacional debido a la autoconstrucción sin asesoramiento profesional, lo cual conlleva a construir estructuras mal diseñadas en terrenos con características deficientes para una edificación (p. 8). Este determinante es uno de los más comunes, debido a la falta de economía en los hogares, que impide la contratación de mano de obra especializada, la omisión de los estudios básicos de suelo, y la obtención de materiales de baja calidad.

Así mismo, según el INEI (2021) manifiesta que, otro determinante importante es la de los materiales con los que se ha edificado una vivienda, el cual es un aspecto fundamental para designar si esta cumple con los parámetros de calidad y seguridad para la alojar familias (p. 36). La calidad de una edificación depende de varios factores entre ellas y una de las más importantes es la de los materiales, ya que mediante estas es que se garantizara una mayor durabilidad de los elementos estructurales y no estructurales.

Tal es el caso que Kandymov, Masha, Durdyev y Yardim manifiestan que: “La metodología y fabricación de materiales pueden afectar las propiedades mecánicas de las estructuras (...)” (2020, p.2). Se hace referencia a la importancia de los materiales de construcción para la ejecución de estructuras con propiedades de calidad para la infraestructura a la que servirá durante su tiempo de vida útil.

Por otro lado, Muñoz y Mendoza (2012) mencionan que, es importante resaltar que el empleo de materiales de calidad y la mano de obra especializada, garantiza la durabilidad de las estructuras, mostrando así inalteradas sus propiedades físicas y químicas en el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado (p. 63).

Las normativas vigentes para el diseño estructural de edificaciones cumplen también un rol fundamental en la calidad de una estructura. Tal es el caso que Quizanga, Viera y Andino (2020) hacen mención que, la normativa peruana sismorresistente E-030 es considerada como una de las de mejor desempeño para el diseño estructural (p. 78). Para la construcción es requisito indispensable el empleo de normas estandarizadas de acuerdo con el territorio donde se ejecuten los proyectos.

Teniendo la base normativa a estas se la complementa con los estudios preliminares de todo proyecto previo al inicio de las obras. Medina (2008) refiere que, estos tipos de estudios pueden ser elaborados por entidades técnicas o gobiernos regionales, provinciales o locales, paralela a la coordinación con las entidades (p. 28). Todo proyecto de construcción debe pasar por estudios preliminares, ya sea, topografía, estudio de suelos, entre otros. De esta manera, se podrá diseñar edificaciones con mayor criterio y de acuerdo con los resultados reales obtenidos de cada uno de estos tipos de estudios preliminares.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) dice que, las edificaciones y sus componentes deben ser diseñadas y construidas en base a las normas de construcción establecidas (p. 4). Toda edificación debe ser diseñada para soportar solicitaciones sísmicas luego de su construcción y puesta en servicio para sus usuarios.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) menciona que, existen distintos sistemas estructurales sismorresistentes, entre ellos el sistema estructural en base a pórticos, el cual consiste en elementos estructurales de vigas y columnas que forman pórticos, donde las columnas soportan hasta el 80% de las fuerzas cortantes que se generan en las bases. Así mismo, a este diseño se le puede añadir muros estructurales, las cuales se encargarán de resistir las acciones sísmicas de acuerdo con la rigidez de estos elementos estructurales (p. 6). Las edificaciones construidas en base a un sistema estructural aporticado presenta buen comportamiento ante las solicitaciones sísmicas.

Morales, Sánchez, Arista y Suárez (2020) indican que, la realidad de vulnerabilidad sísmica en el Perú no es ajena a otros países, México presenta comunidades rurales que tienen a la mano una amplia diversidad de materiales con los que sus pobladores han construido sus casas durante muchos años en base a sistemas constructivos convencionales recobrados de costumbres de sus comunidades (p. 1). La realidad de las construcciones convencionales con mano de obra no especializada es una realidad mundial, que aqueja a muchos países.

Así mismo, Carrillo, Silva y Sánchez (2016) mencionan que: “En todo el mundo se van desarrollando métodos innovadores para optimizar las propiedades del concreto tales como la tenacidad, ductilidad y resistencia a compresión, tensión, cortante y los cambios bruscos de temperatura” (p. 500). Los procesos constructivos y el estudio de los materiales con el pasar del tiempo va innovando en base a las distintas necesidades de sollicitación que van surgiendo en el mundo de la ingeniería civil.

Entre los métodos innovadores, surge la necesidad de disminuir el peso de las estructuras para el fin de mejorar el comportamiento de una edificación ante un evento sísmico. Es por ello se implementa un nuevo sistema de construcción en base a pórticos con elementos no estructurales de relleno con menor peso, como el drywall. De tal manera, Eren, Brunesi y Nascimbene (2018) hacen mención que, se sustituye los muros de albañilería que generalmente son considerados elementos de relleno en una edificación. Por otro lado, se resalta la influencia de materiales para muros de albañilería que pueden adicionar resistencia vertical a una estructura. (p. 1). La resistencia de los muros a la compresión depende mucho del tipo de material que se esté empleando, ya que existe una variedad de materiales para uso exclusivo de muros portantes y no portantes.

Belejo, Barbosa y Bento (2017) mencionan que, las edificaciones aporticadas son estructuras que principalmente se componen por columnas y vigas, estas estructuras presentan un buen comportamiento de resistencia a sismos moderados. Sin embargo, los sismos con altas intensidades pueden llegar a generar el colapso de una estructura, ya que provocaría las fallas por cortantes en las uniones de las vigas y columnas, como también el efecto de torsión en las estructuras (p. 701). Es fundamental que toda edificación se ejecute por un profesional con capacidades técnicas y prácticas.

Los pórticos son encargados de transmitir todas las cargas que tenga una edificación hacia las cimentaciones. Es por ello por lo que, Ansari, Nazari y Komak manifiestan que: “Es necesario seleccionar el diseño de cimentación adecuado para optimizar el rendimiento sísmico de los edificios (2021, p.1). Las estructuras principales encargadas de soportar y mantener en pie una edificación son las cimentaciones, columnas y vigas, estas cumplen un rol sismorresistente muy importante, por lo cual requieren de bastante criterio en sus diseños.

Existen varios métodos de sistemas de construcción que se vienen desarrollando favorablemente en el diseño de edificaciones sismorresistentes, entre ellos se encuentra el concreto reforzado con fibras de acero. Para lo cual Carrillo y Silva (2016) manifiestan que, viene desarrollándose como una buena alternativa de solución para optimizar la resistencia del concreto y la cual se emplea de manera favorable en cualquier tipo de sistema constructivo (p. 317). El acero es conocido por ser un material muy resistente a los fenómenos de tensión, es por ella su vital importancia en todo elemento estructural.

El concreto junto con el acero trabajan de forma conjunta para soportar las fuerzas provenientes de las cargas vivas y muertas a las que se somete toda edificación. Es por ello por lo que Sahare y Karkare (2020) mencionan que: “En el hormigón armado, la adherencia es el mecanismo de transferencia de carga que tiene lugar entre la barra de refuerzo y el hormigón circundante (...)” (p. 1).

De tal manera que Rodríguez, Chaparro y Tobón (2015) mencionan que: “En la mayoría de las estructuras, los refuerzos proveen la seguridad estática de la construcción, y teniendo en cuenta el papel que desempeñan en la capacidad de soportar y transportar cargas (...)” (p. 566).

Por otro lado, Sahare y Karkare (2020) mencionan que, uno de los materiales que se ve afectado más con el pasar del tiempo o por ciertos factores físico o químicos, es el acero, el cual sufre el fenómeno de corrosión el cual reduce el área de su sección transversal y varía sus propiedades de ductilidad. Esto provoca efectos adversos hacia el concreto, generándole agrietamientos, desprendimientos y afecta en la adherencia de ambos materiales (p. 1)

Así mismo, Rodríguez, Chaparro y Tobón (2015) mencionan que, es importante destacar que los elementos de concreto reforzado brindan un mayor tiempo de vida útil frente a agentes ambientales definidos; cuando estos vienen de óptimos procesos de fabricación y de buena calidad, esto disminuye el riesgo de corrosión a un porcentaje mínimo y por lo general tienden a brindar protección química y física aceptable para aquellos aceros totalmente embebidos (p. 566). Es importante el recubrimiento del acero de refuerzo en toda estructura, para evitar problemas de corrosión a futuro.

III. Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Concytec (2018) La investigación aplicada tiene como objetivo identificar formas (métodos, protocolos y técnicas) que pueden satisfacer necesidades específicas reconocidas a través del conocimiento científico.

El siguiente proyecto de investigación es de tipo aplicada. Ya que, tiene como objetivo desarrollarse por medio de pruebas de laboratorio, para desarrollar el diseño estructural aporticado del edificio multifamiliar de 4 pisos. Con enfoque cuantitativo ya que es secuencial y probatorio.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) El enfoque cuantitativo prueba hipótesis con base a la medición numérica y análisis estadístico mediante la recolección de datos.

Diseño de investigación

El Proyecto de investigación es de diseño cuasiexperimental. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), los diseños cuasiexperimentales se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla N° 01: Matriz de Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.	Las fibras de acero son pequeños filamentos de acero de alto índice de resistencia, las cuales son frecuentemente utilizadas como elemento de refuerzo secundario. (Láminas y acero, 2021)	El acero galvanizado, tiene innumerables aplicaciones, al estar recubierta de zinc es muy resistente a la oxidación y proporciona. Por ello, su reutilización es muy atractiva en la construcción.	Propiedades Físicas de agregados	Granulometría
				Módulo de Fineza
				Análisis de absorción de agua
				Peso específico
				Porcentaje de Absorción de agua
				Porcentaje de adición 0.5%, 1% y 1.5%
Variable dependiente: Diseño estructural de un edificio multifamiliar de cuatro pisos	Actualmente existe dos tipos de diseño estructural con la finalidad que el diseño estructural sea puesto en numerosas ecuaciones o modelos para descubrir analíticamente la curva de esfuerzo y deformación de concreto en compresión (Harmsen, 2005, p.5). La cual resulta muy eficiente para el diseño de pórticos también llamado unión de viga-columnas en donde su parte crítica son los nodos. (Awad, 2012, p. 31)	El análisis sísmico de pórticos debe ser diseñados para resistir los efectos máximos de las cargas factorizadas según se determinan en las teorías de análisis elásticos, como el método de cross, métodos matriciales, etc.	Diseño de mezcla	Dosificación
				Volumen de agregados
			Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión
				Resistencia a la flexión
			Estudio de Mecánica de Suelos	Clasificación SUCS
				Densidad máxima y mínima
				Ensayo de Corte Directo
				Ensayo de químicos (Sales, Cloruros y Sulfatos)
			Cálculos estructurales preliminares	Predimensionamiento
				Metrado de Cargas
				Propiedades de los materiales
			Análisis y Diseño estructural	Modelamiento estructural - ETABS 2018
Análisis Estático				
	Análisis Dinámico			

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

El presente proyecto de investigación está constituida por una población de 39 probetas de concreto, 36 de probetas cilíndricas de concreto de las cuales las $\frac{3}{4}$ partes de estas serán elaboradas con distintos porcentajes de fibra de acero reciclado y la $\frac{1}{4}$ parte sin fibra de acero reciclado. Las 3 probetas restantes serán prismáticas, 2 con porcentaje de fibra de acero reciclado y 1 de concreto convencional o patrón.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que, la población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (p. 174).

Muestra

La muestra del presente proyecto de investigación está conformada por 36 probetas cilíndricas de concreto y 3 probetas de concreto prismáticas (vigas). Para las probetas cilíndricas se dividieron en 4 grupos, las cuales varían en función al porcentaje de fibra de acero galvanizado reciclado adicionado 0% patrón, 0.5%, 1% y 1.5%. De estos porcentajes se realizarán 9 probetas de cada una. Así mismo, las probetas prismáticas se dividieron en 2 grupos, la primera con una adición de 1.5% de fibra de acero galvanizado reciclado y la segunda con 0% (concreto patrón).

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que, la muestra es un subconjunto o parte representativa de la población de interés la cual tiene que ser definida y delimitada con precisión para la obtención de datos.

Muestreo

El muestreo es no probabilístico intencional. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014). El muestreo no probabilístico de tipo intencional es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador (p.85).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica:

La técnica que se usará en el siguiente proyecto de investigación será la observación experimental y específica, entre la relación teórica y los conceptos básicos para obtener las propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicando fibras de acero reciclado para luego empezar con su diseño estructural.

Borja (2016) menciona que, hay diversos tipos de técnicas para recolectar la información, las cuales no son excluyentes si no complementarias. Por lo cual, se conocen las técnicas de pruebas estandarizadas, la encuesta, la entrevista y la observación.

Instrumento de recolección de datos:

El instrumento que se utilizará en el siguiente proyecto de investigación serán la recolección de datos mediante las fichas técnicas de laboratorio las cuales se obtendrán mediante pruebas de granulometría, de compresión y flexión realizadas a las muestras de concreto modificado en conjunto con las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.613, 331.604 y el reglamento nacional de edificaciones (RNE), las cuales indican los procedimientos que se tendrán que hacer en los ensayos propuestos.

Validez

Para el presente proyecto de investigación se presentará a los ingenieros especialistas de la línea de investigación para la correcta evaluación y aprobación, tanto para las fichas técnicas de laboratorio de datos para las pruebas de granulometría, de compresión y flexión y formatos para los ensayos de las probetas de concreto.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que, la validez expresa la medida en el que un instrumento de recolección de datos es válido al medir las variables, quiere decir que será de acuerdo con la consistencia e intención con el que fueron realizados.

Confiabilidad

Para el presente proyecto de investigación la congruencia y solidez de los formatos elaborados dependerá del juicio de expertos en la línea de investigación bajo el cual se desarrolla. Así se obtendrá la validación del instrumento por dos ingenieros con colegiaturas vigente quienes serán seleccionados de acuerdo con los lineamientos del programa académico. Así mismo, se contará con la aprobación de un metodólogo con grado de doctor.

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se empleó el método científico, con un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y un diseño cuasiexperimental. Donde la población estará conformada por 36 probetas cilíndricas y 3 prismáticas (vigas) de concreto donde se incorporará la fibra de acero de dimensiones de 30 mm a 50 mm de longitud por un ancho de 2 mm y un espesor de 0.9 mm respectivamente. Esta población será ensayada en un laboratorio certificado con una programación de rotura de probetas cilíndricas a los 7, 14 y 28 días posterior a su elaboración y las probetas primáticas (3) serán ensayadas a los 28 días. Así mismo, estos ensayos serán recolectados en una ficha de recolección de datos emitidas por el mismo laboratorio y otra por elaboración propia de los investigadores.

Por otro lado, respecto al estudio de mecánica de suelos se determinó un área de proyecto libre de construcción y relleno, para fines de investigación. Así mismo, las muestras de suelos fueron ensayadas por el laboratorio correspondiente.

Respecto a la topografía, se realizó un levantamiento topográfico con apoyo de software de localización GPS, brújula digital y toma de medidas con cinta métrica,

3.6. Método de análisis de datos

En este Proyecto de investigación la información recolectada relativa a la caracterización, volumen, calidad de los componentes del diseño de mezcla para el concreto serán procesadas con la ayuda de hojas de cálculo de Excel 2019 y luego serán analizadas y comparadas con los parámetros establecidos en la NTP para cada dimensión planteada. Posterior a ello se procederá a elaborar los concretos bajo la metodología ACI del comité 211 para luego realizar los ensayos de los testigos y recolectar los datos bajo el método de la observación, con incorporación de la fibra de acero reciclado obtenido de las estructuras de drywall en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% con respecto al volumen del concreto. Así también, para el análisis y diseño estructural de la edificación, se considerará los parámetros que dictan el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y el Comité ACI 318-19, para la etapa de predimensionamiento, modelamiento en el programa ETABS 2018 y análisis sismo estático y dinámico de la edificación.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación tiene como título “Diseño Estructural Aporticado Empleando Acero Reciclado como Mejora a la Resistencia del Concreto, Edificio Multifamiliar de cuatro Pisos, Huachipa 2021”. Es de carácter original, cuya autenticidad y autoría corresponde a los investigadores mencionados en la declaración jurada.

Por otro lado, el esquema para su desarrollo está garantizado ya que se rige a la normativa para investigaciones de la Universidad. Asimismo, se garantiza la parte metodológica cumpliendo la metodología planteada.

IV. Resultados

4.1. Estudio de mecánica de suelos
 4.1.1. Ensayo de laboratorio

• Perfil Estratigráfico C1

Figura N° 01. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.

REGISTRO DE EXCAVACION						
PROYECTO	Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021.					
SOLICITANTE	Moreno Aguirre Jerry Brenner Palacios Alvaro Anggie Maria					
UBICACIÓN	JR. PAUCARTAMBO PACHACAMAC - MZ. J LOTE 3					
CALICATA	C - 1	LUGAR	PACHACAMAC	Fecha	Oct-21	
Prof. Total (m)	3.00	COORDENADAS	312,977.29	Realizado	TEC. C.A.P.R	
Prof. N. F. (m)	N.P		8,812,219.62	Revisado	ING. CESAR PACCHA	
Prof. (mt)	Esp. Estr.	N° de Muestras	DESCRIPCIÓN VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	Observaciones
			Material Arcilloso limoso de granulometría fina, color marrón, humedad de 5%, no compactado (suelto)			
0.50	0.50	M-1	Material arcilloso de granulometría media, con presencia de sales y raíces, de humedad baja (2%), no compactado		S/C	
1.00	1.00	M-2	Arena pobremente gradada, color marrón, húmeda, de compacidad suelta.		SP	
1.50						
Croquis:			Foto:			
						

- Perfil Estratigráfico C2.

Figura N° 02. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.

REGISTRO DE EXCAVACION							
PROYECTO	Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021.						
SOLICITANTE	Moreno Aguirre Jerry Brenner Palacios Alfaro Anggie Maria						
UBICACIÓN	JR. PAUCARTAMBO PACHACAMAC - MZ J LOTE 3						
CALIGATA	C - 1	LUGAR	PACHACAMAC	Fecha	Oct-21		
Prof. Total (m)	3.00	COORDENADAS	312,977.29	Realizado	TEC. C.A.P.R		
Prof. N. F. (m)	N.P.		8,612,219.62	Revisado	ING. CESAR PACCHA		
Prof. (mt)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SEMBOLOGIA	Observaciones
			Material Arenoso fino de granulometría fina, color marrón, humedad de 5%, no compactado (suelta)				
0.50	0.50	M-1	Material arcilloso de granulometría media, con presencia de sales y raíces, de humedad baja (2%), no compactado		S/C		
1.00	1.00	M-2	Arena pobremente gradada, color marrón, húmeda, de compactad suelta.		SP		
1.50							
Croquis:			Foto:				
							

- Perfil Estratigráfico C3

Figura N° 03. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.

REGISTRO DE EXCAVACION						
PROYECTO		Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021.				
SOLICITANTE		Moreno Aguirre Jerry Brenner Palacios Alfaro Anggie Maria				
UBICACIÓN		JR. PAUCARTAMBO PACHACAMAC - MZ J LOTE 3				
CALICATA	C - 1	LUGAR	PACHACAMAC	Fecha	Oct-21	
Prof. Total (m)	3.00	COORDENADA 8	312,977.29	Realizado	TEC. C.A.P.R	
Prof. N. F. (m)	N.P		8,612,219.62	Revisado	ING. CESAR PACCHA	
Prof. (mt)	Esp. Estr.	Nº de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	Observaciones
			Material Arenoso fino de granulometría fina, color marrón, humedad alta de 5%, no compactado (suelta)			
0.50	0.50	M-1	Material arcilloso de granulometría media, con presencia de sales y raíces, de humedad baja (2%), no compactado		S/C	
1.00	1.00	M-2	Arena pobremente gradada, color marrón, húmeda, de compacidad suelta.		SP	
1.50						
Croquis:			Foto:			
						

- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

Figura N° 04. Análisis granulométrico por tamizados y curva granulométrica.

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-176
SOLICITANTE : Jerry Brenner Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro
ENTIDAD : -
PROYECTO : "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021"
UBICACIÓN : Pachacamac

Datos de la Muestra:
 Cantera : -
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 3,00
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 02/10/2021
 Fecha de Ejecución : 05/10/2021
 Fecha de Emisión : 07/10/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 474,4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	--	--	100.0
2"	50.80	--	--	100.0
1 1/2"	38.10	--	--	100.0
1"	25.40	--	--	100.0
3/4"	19.05	--	--	100.0
3/8"	9.525	--	--	100.0
N° 4	4.750	--	--	100.0
N° 10	2.000	--	--	100.0
N° 20	0.840	0.3	0.1	99.9
N° 40	0.425	11.0	2.3	97.6
N° 60	0.250	215.7	45.5	52.1
N° 140	0.106	208.4	43.9	8.2
N° 200	0.074	30.6	6.5	1.7
-200		8.2	1.7	0.0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	0.0
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	98.3
% Finos [< N° 200]	1.7

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	5.4

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3283-04	A-3(0)

Descripción de la muestra : ARENA POBREMENTE GRADADA

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Tec. JCH

Equipos Usados
 - Bal-TA-4001-N°1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-N°2




 RODOLFO FRANCISCO
 R. L. DA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Figura N° 05. Ensayo de contenido de humedad del suelo.

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-176
SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro
ENTIDAD : -
PROYECTO : "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021"
UBICACIÓN : Pachacamac

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 02/10/21
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 05/10/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 07/10/21
Prof. (m)	: 3,00		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara	g 719,2	654,1
Peso de suelo seco + tara	g 686,8	623,9
Peso de tara	g 81,5	75,5
Peso de agua	g 32,4	30,2
Peso de suelo seco	g 605,3	548,4
Contenido de agua	% 5,4	5,5
Contenido de Humedad (%)	5,4	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados
 Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch





FRANCISCO VALDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Figura N° 06. Ensayo de limite de consistencia del suelo.

 LABORATORIO GEOTECNICO	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-176
SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro
ENTIDAD : -
PROYECTO : "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021"
UBICACIÓN : Pachacamac

Datos de la Muestra
Cantera : -
Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof. (m) : 3,00
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 02/10/21
Fecha de Ejecución : 05/10/21
Fecha de Emisión : 07/10/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NUMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		

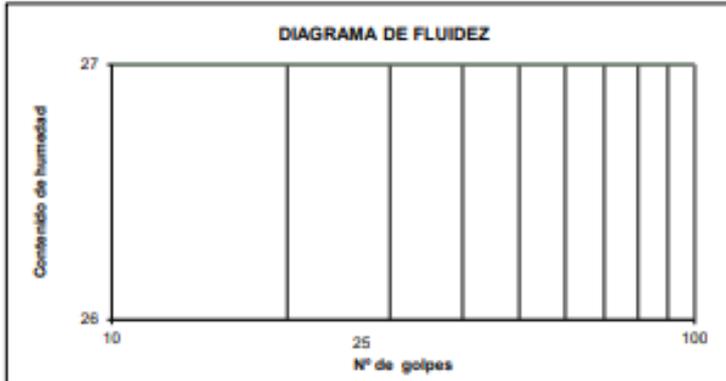


DIAGRAMA DE FLUIDEZ

LÍMITE LÍQUIDO (%)	27
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados
 - Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE




ARACELI CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

- **Densidad Máxima y mínima**

Mediante estos resultados de densidad mínima y máxima, se determinó la cantidad necesaria de suelo que se requerirá para el ensayo de corte directo del suelo.

Figura N° 07. Ensayo de densidad maxima y minima para material que pasa por la malla N° 4.

	FORMULARIO	Código : D-13
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

ENSAYO DE DENSIDAD MÁXIMA Y MINIMA

INFORME N° : JCH 21-176
SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro
ENTIDAD : -
PROYECTO : Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021
UBICACIÓN : Pachacamac
 -
FECHA : Octubre del 2021

Cantera : -
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof. (m.) : 3,00

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°4

DENSIDAD MAXIMA NLT-205
 Densidad máxima (gr/cm³) : 1,726

DENSIDAD MINIMA NLT-204
 Densidad mínima (gr/cm³) : 1,493

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por: Tec. G.NR

Equipos Usados
 - Bal-TAJ4001-N°1
 - Hor-01-jch




 JUAN FRANCISCO
 LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193957

- Ensayo de Corte Directo

Figura N° 08. Ensayo de corte directo del suelo para esfuerzos de 1, 2 y 4 kg/cm².

	FORMULARIO	Código : D-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000

N° INFORME : JCH 21-176 SOLICITANTE : Jerry Brenner Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro PROYECTO : "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021" UBICACIÓN : Pachacamac ---	Fecha de Recepción : 02/10/21 Fecha de Ejecución : 05/10/21 Fecha de Emisión : 07/10/21
---	--

Calicata : C-1 Muestra : M-1 Prof.(m) : 3.00	Clasificación SUCS muestra global : SP
---	---

ESFUERZO NORMAL = 1 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,2174
0,50	0,3021
0,75	0,3482
1,00	0,3713
1,25	0,3944
1,50	0,4098
1,75	0,4252
2,00	0,4406
2,25	0,4560
2,50	0,4637
2,75	0,4714
3,00	0,4714
3,25	0,4791
3,50	0,4868
3,75	0,4945
4,00	0,5022
4,25	0,5022
4,50	0,5099
4,75	0,5099
5,00	0,5176
5,25	0,5176
5,50	0,5253
5,75	0,5253
6,00	0,5330
6,25	0,5330
6,50	0,5330
6,75	0,5330
7,00	0,5330
7,25	0,5330
7,50	0,5330
7,75	0,5407
8,00	0,5407
8,25	0,5407
8,50	0,5407
8,75	0,5407
9,00	0,5484
9,25	0,5484
9,50	0,5484
9,75	0,5561
10,00	0,5561

ESFUERZO NORMAL = 2 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,4327
0,50	0,6174
0,75	0,7189
1,00	0,7835
1,25	0,8297
1,50	0,8574
1,75	0,8943
2,00	0,9220
2,25	0,9405
2,50	0,9590
2,75	0,9866
3,00	1,0051
3,25	1,0236
3,50	1,0328
3,75	1,0420
4,00	1,0420
4,25	1,0513
4,50	1,0513
4,75	1,0605
5,00	1,0605
5,25	1,0697
5,50	1,0697
5,75	1,0790
6,00	1,0790
6,25	1,0790
6,50	1,0790
6,75	1,0790
7,00	1,0882
7,25	1,0974
7,50	1,1067
7,75	1,1159
8,00	1,1159
8,25	1,1251
8,50	1,1251
8,75	1,1251
9,00	1,1344
9,25	1,1344
9,50	1,1436
9,75	1,1436
10,00	1,1436

ESFUERZO NORMAL = 4 kg/cm²

Deformación Tangencial %	Esfuerzo Corte (kg/cm ²)
0	0
0,25	0,8943
0,50	1,2636
0,75	1,4667
1,00	1,5867
1,25	1,6698
1,50	1,7252
1,75	1,7806
2,00	1,8268
2,25	1,8637
2,50	1,9099
2,75	1,9468
3,00	1,9930
3,25	2,0207
3,50	2,0484
3,75	2,0853
4,00	2,1130
4,25	2,1407
4,50	2,1591
4,75	2,1868
5,00	2,2053
5,25	2,2145
5,50	2,2330
5,75	2,2422
6,00	2,2515
6,25	2,2422
6,50	2,2330
6,75	2,2238
7,00	2,2145
7,25	2,2053
7,50	2,1961
7,75	2,1868
8,00	2,1776
8,25	2,1684
8,50	2,1591
8,75	2,1591
9,00	2,1499
9,25	2,1222
9,50	2,1222
9,75	2,1130
10,00	2,1038

Observaciones : Se sumergió el material para la condición más crítica. Deformación máxima de corte: 10%

Realizado : Téc. JCH





FRANCISCO
LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193867

Equipo usados

Bal-R31P30-Nº3

Bal-TAJ4001-Nº1

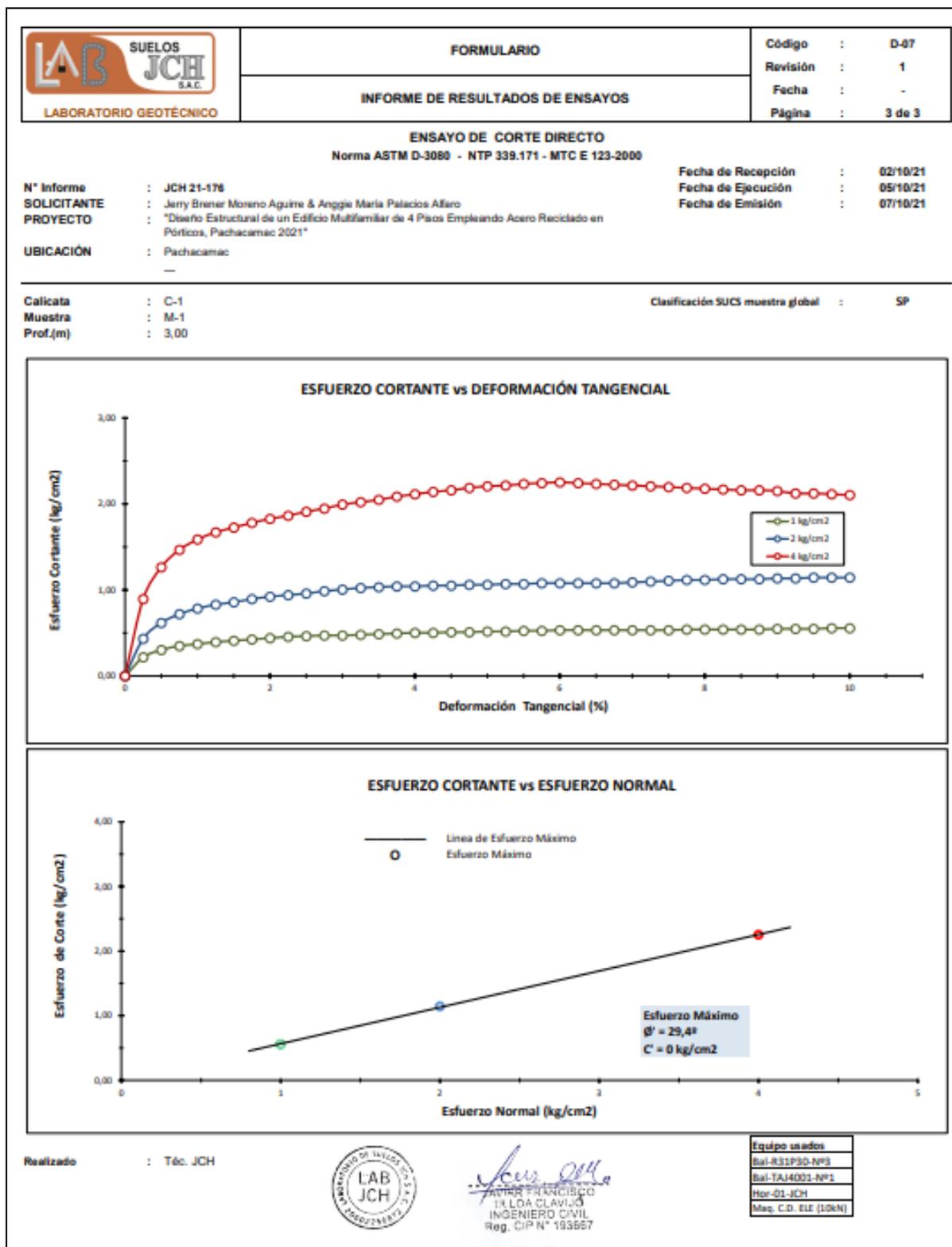
Hor-01-JCH

Maq. C.D. ELE (10kN)

Figura N° 09. Resultados del ensayo de corte directo en relación a los esfuerzos aplicados.

	FORMULARIO		Código : D-07												
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión : 1												
			Fecha : -												
			Página : 2 de 3												
ENSAYO DE CORTE DIRECTO															
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000															
N° Informe	: JCH 21-176	Fecha de Recepción	: 02/10/21												
SOLICITANTE	: Jerry Brenner Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro	Fecha de Ejecución	: 05/10/21												
PROYECTO	: "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021"	Fecha de Emisión	: 07/10/21												
UBICACIÓN	: Pachacamac														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td>Calicata</td> <td>: C-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra</td> <td>: M-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prof.(m)</td> <td>: 3,00</td> <td></td> </tr> </table>							Calicata	: C-1		Muestra	: M-1		Prof.(m)	: 3,00	
Calicata	: C-1														
Muestra	: M-1														
Prof.(m)	: 3,00														
	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 1	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 2	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 3												
Lado	: 100,00 mm	: 100,00 mm	: 100,00 mm												
Area	: 10000 mm ²	: 10000 mm ²	: 10000 mm ²												
Altura	: 20,00 mm	: 20,00 mm	: 20,00 mm												
Densidad húmeda	: 1,700 gr/cm ³	: 1,700 gr/cm ³	: 1,700 gr/cm ³												
Densidad seca	: 1,610 gr/cm ³	: 1,607 gr/cm ³	: 1,615 gr/cm ³												
Humedad	: 5,59 %	: 5,79 %	: 5,26 %												
Estado	: Remoldeado (Matrial< N°4)	: Remoldeado (Matrial< N°4)	: Remoldeado (Matrial< N°4)												
Condición	: Sumergido	: Sumergido	: Sumergido												
	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL												
Carga total	: 10 kg	: 20 kg	: 40 kg												
Esfuerzo de corte normal	: 1 kg/cm ²	: 2 kg/cm ²	: 4 kg/cm ²												
	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN												
Altura final de consolidación	: 19,410 mm	: 19,172 mm	: 18,808 mm												
	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE												
Velocidad de corte	: 0,41 mm/min	: 0,42 mm/min	: 0,43 mm/min												
Altura final	: 19,344 mm	: 19,050 mm	: 18,461 mm												
Humedad final	: 22,70 %	: 21,72 %	: 20,90 %												
Densidad húmeda final	: 2,042 gr/cm ³	: 2,054 gr/cm ³	: 2,115 gr/cm ³												
Densidad seca final	: 1,665 gr/cm ³	: 1,687 gr/cm ³	: 1,750 gr/cm ³												
Esfuerzo de corte maximo	: 0,5561 kg/cm ²	: 1,1436 kg/cm ²	: 2,2515 kg/cm ²												
Clasificación SUCS de muestra global	: SP														
Observaciones	: Se sumergió el material para la condición más crítica. Deformación máxima de corte: 10%														
Realizado	: Téc. JCH	  FRANCISCO L. L. CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193667													
		Equipo usados Bal-R31P50-NP3 Bal-TAJ4001-NP1 Hor-01-JCH Mes. C.D. E1E (10KN)													

Figura N° 10. Diagrama de esfuerzo cortante vs deformación tangencial y esfuerzo normal.



- **Cálculo de Capacidad Portante del terreno**

El cálculo de la capacidad portante del terreno se efectuará para un tipo de cimentación superficial rectangular. Para el cual, la norma E-050 del RNE (2020) hace referencia que se denomina cimentación superficial cuando la relación D_f/B es menor o igual que 5 (D_f : profundidad de la cimentación medida desde la superficie del terreno y B : ancho de cimentación) (p. 35).

Datos brindados por el Estudio de Suelos – Corte Directo

$$\phi' = 29.4^\circ$$

$$C' = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma \text{ (peso específico del suelo)} = 2.65 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 0.00265 \text{ kg/cm}^3$$

Dimensiones de Zapata cuadrada: 1.50m x 1.50m

Determinación de cimentación superficial o profunda:

- Para $D_f = 0.80\text{m}$, entonces: $\frac{D_f}{B} = \frac{0.80}{1.50} = 0.53$ (*Cimentación superficial*)
- Para $D_f = 1.00\text{m}$, entonces: $\frac{D_f}{B} = \frac{1.00}{1.50} = 0.67$ (*Cimentación superficial*)
- Para $D_f = 1.20\text{m}$, entonces: $\frac{D_f}{B} = \frac{1.20}{1.50} = 0.80$ (*Cimentación superficial*)

Fórmula de Terzaghi para cimentación cuadrada para falla por corte general:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Figura N° 11. Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a	ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

^aDe Kumbhojkar (1993).

Interpolando valores para $\phi' = 29.4^\circ$, entonces:

$$N_c = 35.41$$

$$N_q = 20.97$$

$$N_\gamma = 17.36$$

Determinando q_u para un $D_f = 0.80\text{m}$, entonces:

$$q = \gamma \times D_f$$

$$q = 0.00265\text{kg/cm}^3 \times 80\text{cm} = 0.212\text{kg/cm}^2$$

$$q_u = 1.3(0)(35.41) + (0.212)(20.97) + 0.4(0.00265)(150)(17.36)$$

$$q_u = 7.21\text{kg/cm}^2$$

Determinando q_u para un $D_f = 1.00\text{m}$, entonces:

$$q = \gamma \times D_f$$

$$q = 0.00265\text{kg/cm}^3 \times 100\text{cm} = 0.265\text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 1.3(0)(35.41) + (0.265)(20.97) + 0.4(0.00265)(150)(17.36)$$

$$q_u = 8.32\text{ kg/cm}^2$$

Determinando q_u para un $D_f = 1.20\text{m}$, entonces:

$$q = \gamma \times D_f$$

$$q = 0.00265\text{kg/cm}^3 \times 120\text{cm} = 0.318\text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 1.3(0)(35.41) + (0.318)(20.97) + 0.4(0.00265)(150)(17.36)$$

$$q_u = 9.43\text{ kg/cm}^2$$

Determinando la capacidad de carga permisible para las distintas profundidades de cimentación (D_f):

- Para $D_f = 0.80\text{ m}$.

$$q_{perm} (neta) = \frac{q_u - q}{FS} = \frac{7.21 - 0.212}{3} = 2.33\text{ kg/cm}^2$$

- Para $D_f = 1.00\text{ m}$.

$$q_{perm} (neta) = \frac{q_u - q}{FS} = \frac{8.32 - 0.265}{3} = 2.67\text{ kg/cm}^2$$

- Para $D_f = 1.20\text{ m}$.

$$q_{perm} (neta) = \frac{q_u - q}{FS} = \frac{9.43 - 0.318}{3} = 3.04\text{ kg/cm}^2$$

El FS (Factor de Seguridad), según manifiesta la norma E-050 del RNE (2020)

Para cargas estáticas se debe de emplear un $FS=3$ (p. 32)

Para concluir se estimó un promedio de las cargas permisibles de las distintas profundidades de cimentación:

$$q_{perm} (prom) = \frac{2.33 + 2.67 + 3.04}{3}$$

$$q_{perm} (prom) = 2.68\text{kg/cm}$$

- **Ensayo de químicos presentes en suelos.**

Figura N° 12. Ensayo para la determinación de sales, sulfatos, cloruros y pH del suelo.

	FORMATO		Código	Q1-Q2-Q3
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA		Revisión	1
			Fecha	-
			Página	1 de 1

Informe : JCH 21-176
Solicitante : Jerry Brenner Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro
Entidad : -
Proyecto : "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021"
Ubicación : Pachacamac
Fecha : Octubre del 2021

Datos de la muestra
Calicata : C-1 **Fecha de Recepción** : 02/10/2021
Muestra : M-1 **Fecha de Ejecución** : 04/10/2021
Profundidad (mts) : 3,00
Coordenadas : -

SALES SOLUBLES TOTALES	1362 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152	0,136 %

SULFATOS SOLUBLES	700 p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0,070 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	300 p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	0,030 %

pH	8,40 pH
MTC E-129	19,70 °c

Ejecutado Por : D. Crespo

OBSERVACIONES:
 * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
 * -
 * -

Equipos Usados
Bal-T4J4001-NP1
Bal-PX224E-NP4
Horr-01-JCH
Ph-01-JCH
DH-WF21.P03 (Mufa)




 FRANCISCO LORA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Determinación del tipo de cemento en función al porcentaje de sulfatos solubles en el suelo.

Los resultados del estudio de suelos determinaron un porcentaje de 0.070% de sulfatos solubles presentes en el suelo. Para lo cual se tomará en cuenta la siguiente tabla:

Tabla N° 02. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

Exposición a Sulfatos	Sulfato Soluble en Agua (SO4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfatos (SO4) en el Agua, ppm.	Tipo de Cemento
Insignificante	SO4 < 0,1	SO4 < 150	Ningún tipo especial requerido
Moderada	0,1 < SO4 < 0,2	150 < SO4 < 1500	II, MS, IP (MS), IS(MS), I (PM)(MS), I(SM)(MS)
Severa	0,2 < SO4 < 2.0	1500 < SO4 < 10 000	V, HS
Muy Severa	2,0 < SO4	1 000 < SO4	V, HS

El porcentaje de sulfatos solubles nos arroja dentro de un rango insignificante, por lo que bastara con emplear un cemento tipo I de uso común.

Análisis del contenido de cloruros solubles

Respecto al contenido de cloruros solubles presentes en el suelo, la norma E-050 (2020) manifiesta que: “Cuando el contenido de ion cloro [...] sea menor mayor que 0.15%, el PR recomienda las medidas de protección necesarias” (p. 49). Se resalta la importancia de analizar el índice de porcentaje de químicos en el suelo para tomar medidas de protección para los elementos estructurales que se encuentren en contacto con él.

Según los resultados de los estudios de suelos para la determinación del porcentaje de cloruros presentes en el suelo, este nos arroja un porcentaje de:

$$0.030\% < 0.15\%$$

Por ende, se pasa por alto la agresividad de los cloruros, debido a que el suelo presenta un porcentaje insignificante de cloruros.

Análisis del contenido de pH en el suelo.

Según la norma E-050 (2020) menciona que:” Si el valor del pH es menor a 4,0, el PR propone medidas de protección adecuadas para proteger el concreto simple o armado en todas las estructuras soterradas del ataque ácido” (p. 49).

Respecto a ello, los resultados de pH emitidos por el estudio de suelo determinaron un valor de:

$$\text{pH} = 8.40 > 4,0$$

Con respecto a este resultado, el porcentaje de pH que obligue a tomar medidas de protección para las estructuras es despreciable

4.1.2. Diseño de mezcla

Figura N° 13. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.

 <p>LABORATORIO GEOTÉCNICO</p>	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : -

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566, NTP 339.185**

INFORME N° : JCH 21-176

SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro

PROYECTO : Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021

UBICACIÓN : Pachacamac

FECHA : Octubre del 2021

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -

Calicata : -

Muestra : -

Prof. (m) : -

Progresiva : -

Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 01/10/21
Fecha de Ejecución : 02/10/21

Recipiente N°		ARENA	PIEDRA
Peso de suelo humedo + tara	g	522,2	2522,2
Peso de suelo seco + tara	g	511,0	2506,0
Peso de tara	g	45,5	95,6
Peso de agua	g	11,2	16,2
Peso de suelo seco	g	465,5	2410,4
Contenido de agua	%	2,41	0,67
Contenido de Humedad (%)		2,41	0,67

Observacion : *El uso de esta información es exclusiva del solicitante*

Realizado por : *Tec. J.Ch*

Equipos Usados
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-jch





JUAN FRANCISCO
LÓPEZ CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193867

Figura N° 16. Características del agregado fino.

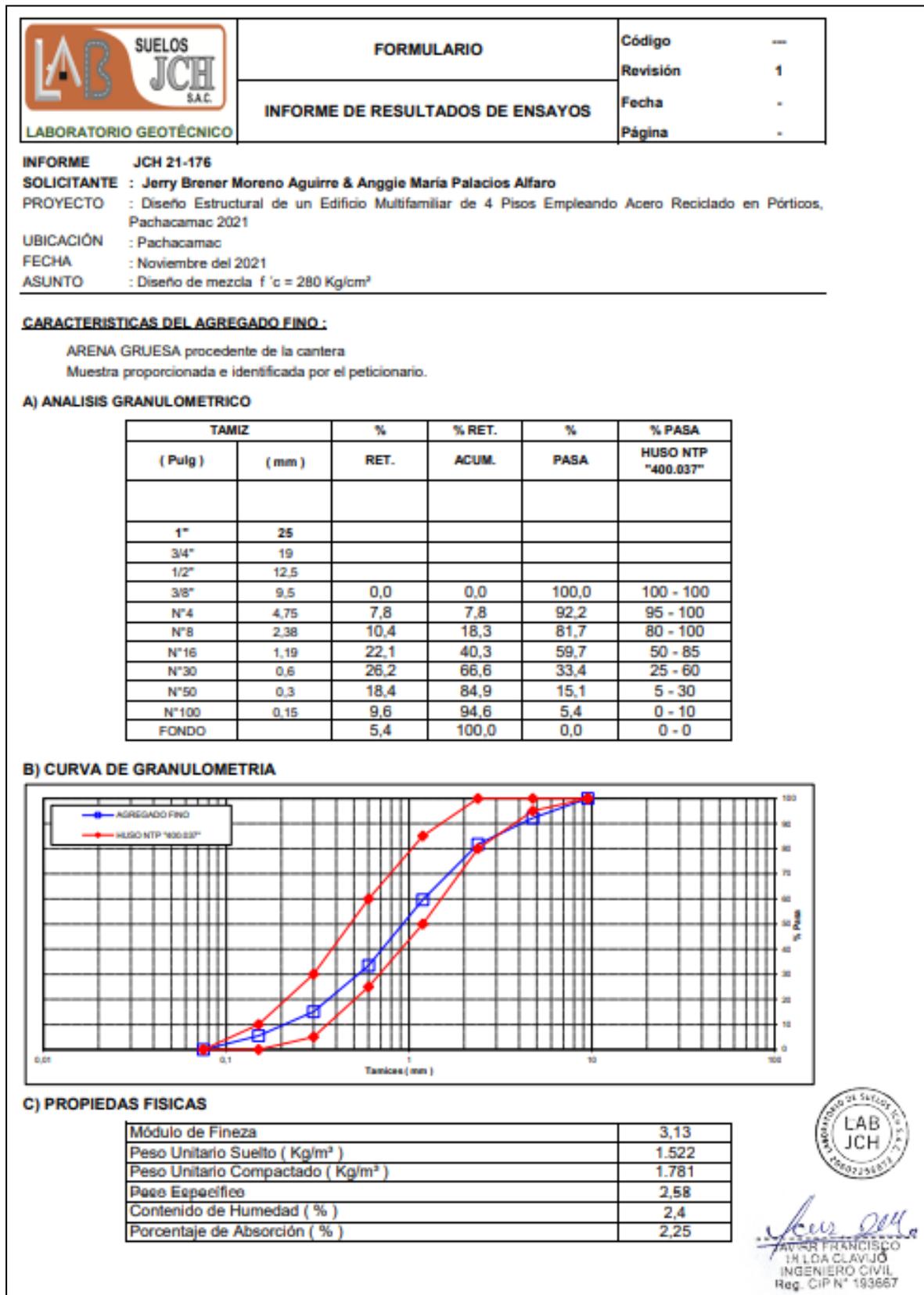


Figura N° 18. Peso unitario del agregado grueso.

	FORMULARIO	Código : C-09
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1
PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO ASTM C-29 - NTP 400.017 - MTC E-203		
Informe	: JCH 21-176	
Solicitante	: Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro	
Proyecto	: Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021	
Ubicación	: Pachacamac	
Fecha	: Octubre del 2021	
Cantera	: -	Progresiva : -
Calicata	: -	Coordenadas : -
Muestra	: Piedra	
Prof. (m.)	: -	
Peso Unitario Varillado (gr/cm ³)	: 1,673	
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	: 1,532	
Peso del molde (gr)	: 2252	
Volumen molde (cm ³)	: 9113,0	
	P.U.C. (gr)	Densidades (gr/cm³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	17453	1,668
Peso de Molde+Agregado (gr)	17567	1,681
Peso de Molde+Agregado (gr)	17482	1,671
	P.U.S. (gr)	Densidades (gr/cm³)
Peso de Molde+Agregado (gr)	16245	1,535
Peso de Molde+Agregado (gr)	16166	1,527
Peso de Molde+Agregado (gr)	16229	1,534
Nota.-	La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	
Ejecución :	Tec. J.CH	
	Equipos Usados	
	Bal-R31P30-N°6	
		 JUAN FRANCISCO 14 L.O.A CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193667

Figura N° 19. Características del agregado grueso.

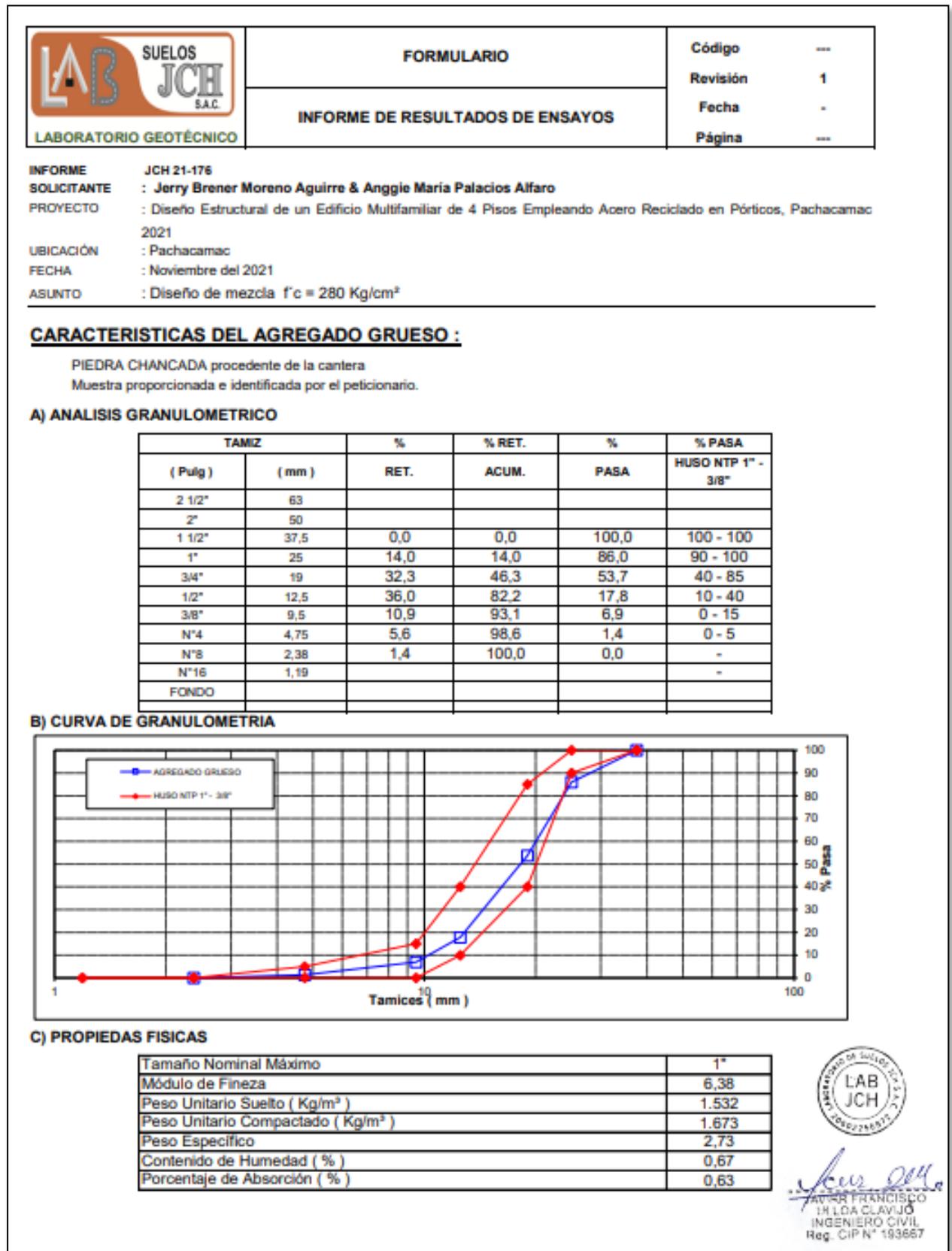


Figura N° 20. Característica global del agregado combinado (arena+pedra).

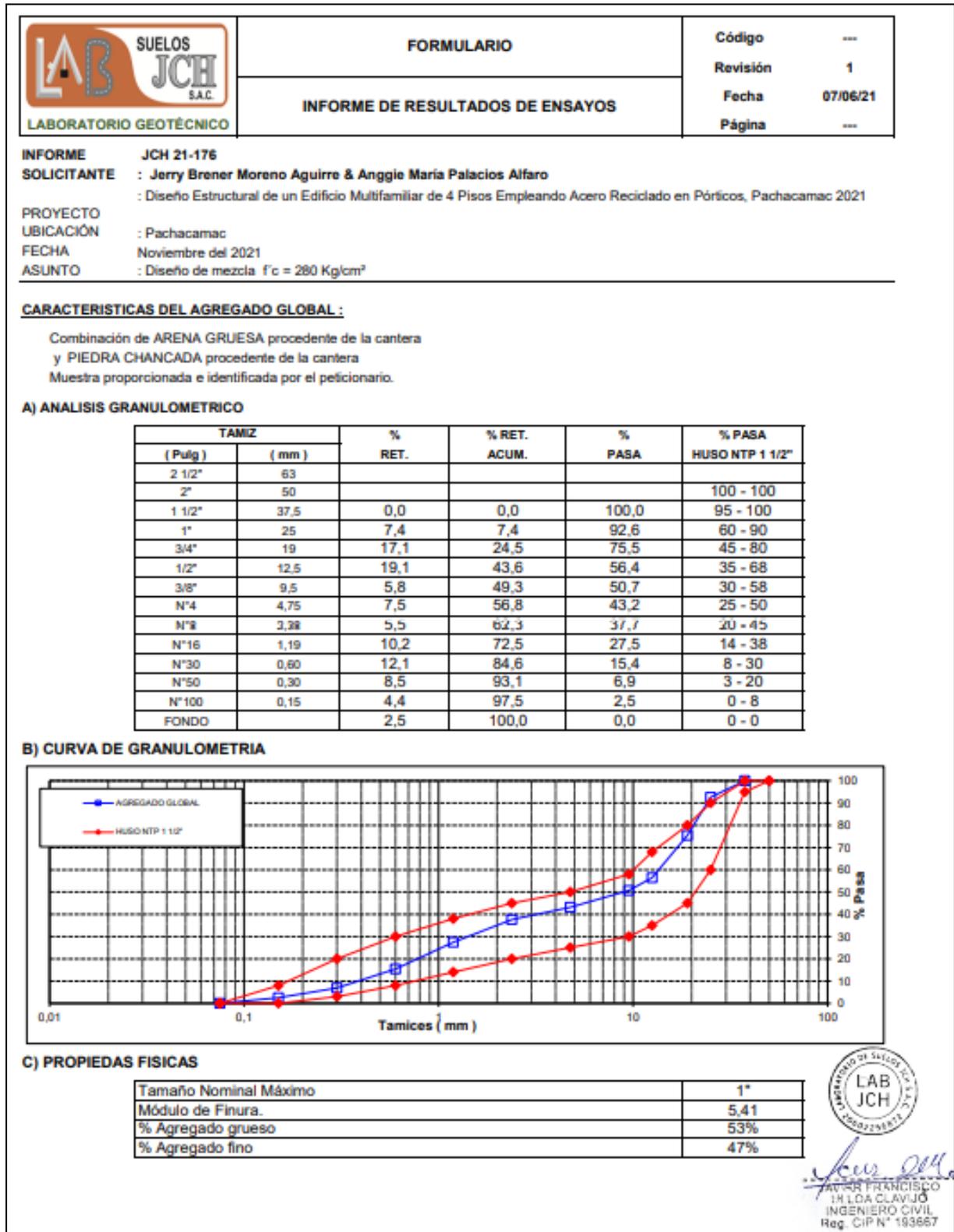


Figura N° 21. Diseño de mezcla patron sin aplicación de fibra de acero galvanizado reciclado.

	FORMULARIO	Código : CFE-12 Revisió : 1 Fecha : - Página : ---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	
INFORME : JCH 21-176 SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro PROYECTO : Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021 UBICACIÓN : Pachacamac FECHA : Noviembre del 2021 ASUNTO : Diseño de mezcla FINAL $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$		
2,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I	
	Muestra : Natural	
2,1	CARACTERISTICAS GENERALES	
	Denominación	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	3" - 4"
	Relación a / c de diseño	0,48
	Relación a / c de obra	0,48
	Proporciones de diseño	1,0 : 1,77 : 2,11
	Proporciones de obra	1,0 : 1,81 : 2,12
2,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
	Cemento	433 Kg.
	Arena	785 Kg.
	Piedra	921 Kg.
	Agua	206 lt.
	Densidad	2345 kg/m ³
2,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA	
	Cemento	42,5 Kg.
	Arena	77,0 Kg.
	Piedra	90,3 Kg.
	Agua	20,2 lt/bolsa
2,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
	Proporciones	1,0 : 1,77 : 2,06
	Agua	20,2 lt/bolsa
	NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.	
		 INGRID CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193867

Figura N° 22. Diseño de mezcla especial con aplicación de 0.5% fibra de acero galvanizado reciclado.

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : ---
INFORME	JCH 21-176	
SOLICITANTE	: Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro	
PROYECTO	: Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021	
UBICACIÓN	: Pachacamac	
FECHA	: Noviembre del 2021	
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	
3,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I	
3,1	Muestra : 0,5% Acero CARACTERÍSTICAS GENERALES	
	Denominación	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	3" - 4"
	Relación a / c de diseño	0,48
	Relación a / c de obra	0,48
	Proporciones de diseño	1.0 : 1,73 : 2,06
	Proporciones de obra	1.0 : 1,77 : 2,08
	Aditivo Acero	212,50 gr por bolsa de cemento
3,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA	
	Cemento	440 Kg.
	Arena	779 Kg
	Piedra	913 Kg.
	Agua	209 lt.
	Aditivo Acero	2,20 Kg.
	Densidad	2343 kg/m^3
3,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA	
	Cemento	42,5 Kg.
	Arena	75,3 Kg.
	Piedra	88,3 Kg.
	Agua	20,2 lt/bolsa
	Aditivo Acero	0,2125 Kg.
3,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
	Proporciones	1.0 : 1,73 : 2,02
	Agua	20,2 lt/bolsa
	Aditivo Acero	212,50 gr por bolsa de cemento
NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.		
		 JAVIER FRANCISCO M.LDA CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193667

Figura N° 23. Diseño de mezcla especial con aplicación de 1% fibra de acero galvanizado reciclado.

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : ---
INFORME	JCH 21-176	
SOLICITANTE	: Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro	
OBRA	: Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021	
UBICACIÓN	: Pachacamac	
FECHA	: Noviembre del 2021	
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	
4,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I	
	Muestra : 1,0 % Acero	
4,1	CARACTERISTICAS GENERALES	
	Denominación	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	3" - 4"
	Relación a / c de diseño	0,48
	Relación a / c de obra	0,48
	Proporciones de diseño	1.0 : 1,70 : 2,03
	Proporciones de obra	1.0 : 1,75 : 2,05
	Aditivo Acero	425,00 gr por bolsa de cemento
4,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m^3 DE CONCRETO EN OBRA	
	Cemento	444 Kg.
	Arena	774 Kg.
	Piedra	908 Kg.
	Agua	211 lt.
	Aditivo Acero	4,44 Kg.
	Densidad	2342 kg/m^3
4,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA	
	Cemento	42,5 Kg.
	Arena	74,2 Kg.
	Piedra	87,0 Kg.
	Agua	20,2 lt/bolsa
	Aditivo Acero	0,4250 Kg.
4,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
	Proporciones	1.0 : 1,71 : 1,99
	Agua	20,2 lt/bolsa
	Aditivo Acero	425,00 gr por bolsa de cemento
<p>NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.</p>		
		 JUAN FRANCISCO VALDA CLAVIJO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193657

Figura N° 24. Diseño de mezcla especial con aplicación de 1.5% fibra de acero galvanizado reciclado.

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : ---
INFORME	JCH 21-176	
SOLICITANTE	: Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro	
OBRA	: Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021	
UBICACIÓN	: Pachacamac	
FECHA	: Noviembre del 2021	
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	
5,0	DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) CEMENTO SOL tipo I	
	Muestra : 1,5 % Acero	
5,1	CARACTERISTICAS GENERALES	
	Denominación	..... $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
	Asentamiento	..... 3" - 4"
	Relación a / c de diseño	..... 0,48
	Relación a / c de obra	..... 0,48
	Proporciones de diseño	..... 1.0 : 1,67 : 1,99
	Proporciones de obra	..... 1.0 : 1,71 : 2,00
	Aditivo Acero	..... 637,50 gr por bolsa de cemento
5,2	CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
	Cemento	..... 450 Kg.
	Arena	..... 768 Kg.
	Piedra	..... 901 Kg.
	Agua	..... 214 lt.
	Aditivo Acero	..... 6,75 Kg.
	Densidad	..... 2340 kg/m ³
5,3	CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA	
	Cemento	..... 42,5 Kg.
	Arena	..... 72,5 Kg.
	Piedra	..... 85,1 Kg.
	Agua	..... 20,3 lt/bolsa
	Aditivo Acero	..... 0,6375 Kg.
5,4	PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN	
	Proporciones	..... 1.0 : 1,67 : 1,94
	Agua	..... 20,3 lt/bolsa
	Aditivo Acero	..... 637,50 gr por bolsa de cemento
NOTA : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.		
		 JERRY BRENER MORENO AGUIRRE INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 193567

- **Determinación de peso específico del acero galvanizado reciclado**

$$\gamma = \frac{199.6 \text{ gr}}{26.8 \text{ cm}^3}$$

$$\gamma = 7.4477 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 7448 \text{ kg/m}^3$$

Figura N° 25. Gravedad específica y absorción de la fibra de acero galvanizada reciclada.

 <p>LABORATORIO GEOTÉCNICO</p>	FORMULARIO	Código : C-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

N° INFORME : JCH 21-176
SOLICITANTE : Jerry Brener Moreno Aguirre & Anggie María Palacios Alfaro
PROYECTO : Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021
UBICACIÓN : Pachacamac
FECHA : Octubre del 2021

Calicata : - **Cantera** : -
Muestra : Acero reciclado **Progresiva** : -
Prof.(m) : - **Coordenadas** : -

Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
Muestra N°	1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)	200,0			
Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (gr)	172,8			
Volumen de masa + volumen de vacios (gr)	27,2			
Peso de material seco (105°C) (gr)	199,6			
Volumen de masa (gr)	26,8			
Peso Bulk (base seca)	7,338			7,338
Peso Bulk (base saturada)	7,353			7,353
Peso aparente (base seca)	7,448			7,448
Porcentaje de absorción (%)	0,20			0,2

Observaciones :
Realizado : Téc. JCh

Equipos Usados
Can-LA-3925
Bal-R31P30-IP3




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

- **Ensayo de rotura de probetas cilíndricas a compresión**

Figura N° 26.

Resultados de los ensayos de roturas de probetas cilíndricas a compresión uniaxial.

	REGISTRO	Código : CFE-01 Revisión : 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Página : 1 de 1

MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO
 NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

INFORME JCH 21-176
Solicitante Jerry Brenner Moreno Aguirre & Anggie Maria Palacios Alfaro
Proyecto Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 4 Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021
Ubicación Pachacamac
Aditivo Acero Reciclado

Fecha Rotura (7D) 09/10/2021
 Fecha Rotura (14D) 16/10/2021
 Fecha Rotura (28D) 30/10/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
0,52	02/10/2021	7	101,4	204,10	80,75	258	3
0,52	02/10/2021	7	101,7	202,20	81,15	254	2
0,52	02/10/2021	7	100,7	199,90	79,64	256	4
0,52+0,5%	02/10/2021	7	103,6	224,10	84,22	271	5
0,52+0,5%	02/10/2021	7	101,8	226,10	81,31	283	4
0,52+0,5%	02/10/2021	7	101,8	235,60	81,39	295	1
0,52+1,0%	02/10/2021	7	101,6	213,00	81,07	268	3
0,52+1,0%	02/10/2021	7	100,8	210,20	79,72	269	3
0,52+1,0%	02/10/2021	7	102,3	209,50	82,11	260	3
0,52+1,5%	02/10/2021	7	103,1	205,60	83,40	251	2
0,52+1,5%	02/10/2021	7	101,9	206,20	81,47	258	1
0,52+1,5%	02/10/2021	7	100,9	211,10	79,88	269	2
0,52	02/10/2021	14	101,9	236,90	81,47	296	1
0,52	02/10/2021	14	101,2	246,90	80,36	313	2
0,52	02/10/2021	14	101,3	231,10	80,60	292	1
0,52+0,5%	02/10/2021	14	101,0	256,60	80,12	326	6
0,52+0,5%	02/10/2021	14	102,7	266,00	82,84	327	6
0,52+0,5%	02/10/2021	14	100,9	269,50	79,88	344	6
0,52+1,0%	02/10/2021	14	102,5	245,20	82,44	303	6
0,52+1,0%	02/10/2021	14	102,8	253,30	82,92	311	6
0,52+1,0%	02/10/2021	14	102,3	250,10	82,19	310	2
0,52+1,5%	02/10/2021	14	103,3	250,10	83,73	304	3
0,52+1,5%	02/10/2021	14	104,0	249,90	84,87	300	1
0,52+1,5%	02/10/2021	14	103,0	246,60	83,32	302	6
0,52	02/10/2021	28	101,1	266,00	80,28	338	2
0,52	02/10/2021	28	101,2	265,10	80,36	336	1
0,52	02/10/2021	28	100,7	258,20	79,64	330	1
0,52+0,5%	02/10/2021	28	101,5	298,00	80,91	375	1
0,52+0,5%	02/10/2021	28	101,2	296,60	80,36	376	3
0,52+0,5%	02/10/2021	28	100,9	291,20	79,88	372	2
0,52+1,0%	02/10/2021	28	101,2	270,50	80,44	343	2
0,52+1,0%	02/10/2021	28	101,1	269,90	80,20	343	1
0,52+1,0%	02/10/2021	28	101,7	271,20	81,15	341	3
0,52+1,5%	02/10/2021	28	100,7	265,00	79,64	339	5
0,52+1,5%	02/10/2021	28	100,7	263,30	79,56	337	2
0,52+1,5%	02/10/2021	28	100,5	261,10	79,25	336	2

Consideraciones :
 - No se observaron fallas atípicas en las roturas
 - Las probetas fueron remoldeadas por el solicitante
 - El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno


 FRANCISCO
 M. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Tipos de Falla



4.2. Diseño Sismorresistente

4.2.1 Predimensionamiento

4.2.1.1 Losas

La edificación estará conformada por losa macizas en 1 y 2 direcciones, está dependiendo de la relación de lados o relación de esfuerzos a la que estará expuesta la losa.

Córdova (2015) manifiesta que, el espesor de losa es elegido de manera que esta no presente problemas por flexión, para lo cual el código ACI hace mención sobre los espesores mínimos a tener en cuenta (p.224). El código ACI 318-19 es el reglamento base y del cual muchos países toman referencia para la ejecución de proyectos de edificaciones, debido a su gran aporte para el diseño estructural. Por lo cual se tomará en cuenta para el presente caso tanto como Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Losa maciza en una dirección

McCormac y Russell (2011) mencionan que: “[...] se denominan losas en una dirección porque la flexión es en sólo una dirección, es decir, perpendicular a los bordes de soporte (p.96).

Se predimensionó la losa de acuerdo con la norma ACI 318-19.

Figura N° 28: Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas.

Condición de apoyo	h mínimo ⁽¹⁾
Simplemente apoyadas	$\ell/20$
Un extremo continuo	$\ell/24$
Ambos extremos continuos	$\ell/28$
En voladizo	$\ell/10$

Según la distribución arquitectónica propuesta tenemos que para losas de:

Un extremo continuo:

$$L = 3.20 \text{ m}$$

$$e = 3.20/24 = 0.13 \text{ m}$$

$$e = 0.15 \text{ m}$$

Ambos extremos continuos:

$$L = 3.30 \text{ m}$$

$$e = 4.50/28 = 0.16 \text{ m}$$

$$e = 0.20 \text{ m}$$

Entonces, con la finalidad de facilitar los procesos constructivos y evitar la demanda de horas hombre en obra, por facilidad se tomara un espesor de losa de 0.20 m. para ambos casos.

Losa maciza en dos direcciones

Este tipo de losa se toma en consideración generalmente para paños de losas que aborden dimensiones mayores de 4.5 m. de ancho por largo, debido a que paños de tales dimensiones generan esfuerzos en dos direcciones.

McCormac y Russell (2011) manifiestan que: “[...]. se denomina losa en dos direcciones porque la flexión se da en ambas direcciones” (p.96).

Figura N° 29: Espesor mínimo de losas no preesforzadas en dos direcciones sin vigas interiores.

f_y MPa ^[2]	Sin ábacos ^[3]			Con ábacos ^[3]		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]		Sin vigas de borde	Con vigas de borde ^[4]	
280	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
550	$\frac{\ell_n}{27}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$

Teniendo en cuenta que la resistencia del concreto para obra es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Sin contar la desviación estándar de $+ 84 \text{ kg/cm}^2$ que fue empleada para fines de diseño de mezcla.

Losas Interiores sin ábacos

$$e = 4.50/36$$

$$e = 0.125 \text{ m}$$

Entonces, de igual manera con la finalidad de facilitar los procesos constructivos, evitar la demanda de horas hombre en obra y tomar valores mas conservadores para el analisis y diseño se tomara un espesor de 0.20 m.

4.2.1.2 Vigas

Las vigas compuestas para la edificación estarán definidas con la finalidad de generar porticos que brinden rigidez a la estructura tanto en el eje X e Y. Por ello, se consideraron apropiadas vigas peraltadas para ambos sentidos de analisis.

Harmsen (2002) menciona que: “Se denomina vigas peraltadas a aquéllas cuya luz libre es comparable con su peralte razón por la que su comportamiento es diferente que el de las vigas esbelta” (p. 147).

Vigas Principales (X) y Secundarias (Y)

Según el plano de estructuras Anexo N° 14 que guarda relación con el plano arquitectónico Anexo N° 15, se extrajo la longitud efectiva más desfavorable de las vigas.

Figura N° 30. Longitud efectiva de viga mas desfavorable de plano estructural.



Posterior a ello, se procedió al predimensionamiento en función a la tabla mostrada en la Figura N°01 obtenida del código ACI 318-19. Ya que, el ACI hace mención que haciendo uso de estas condiciones mínimas de dimensionamiento se puede obviar el control de deflexiones en la estructura.

Figura N° 31: Altura mínima de vigas no preesforzada.

Condición de apoyo	Altura mínima, h ^[1]
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

Entonces:

$$L = 4.35 \text{ m}$$

$$h = 4.35/16$$

$$h = 0.27 = 0.30 \text{ m.}$$

Por razones más conservadoras, en la actualidad ingenieros con bastante experiencia en diseño estructural, toman un valor más conservador dividiendo la longitud efectiva entre 12:

$$h = L / 12 = 4.35 / 12$$

$$h = 0.36 = 0.40 \text{ m.}$$

Por lo tanto, de manera conservadora se optó por tomar la mayor, en este caso un peralte de viga de 0.40m tanto para X e Y.

4.1.1.3 Columnas

Córdova (2015) menciona que: “[...] una columna es un elemento estructural vertical cuya función principal es la de transmitir todas las cargas (esfuerzos normales de compresión, momentos flectores, etc.) de la estructura hacia las fundaciones” (p. 287). La columna es uno de los elementos estructurales principales de mantener en pie una edificación, se podría decir que esta debe ser la última en fallar en caso extremo de un evento sísmico severo inusual.

El predimensionamiento de las columnas se efectuó de manera aproximada, debido a que esta estará sometida a cambios en su dimensión durante el análisis y diseño con el programa ETABS, de acuerdo a las solicitaciones a las que se verá expuesta.

Una fórmula empírica muy usada en la actualidad por ingenieros de amplia experiencia para el predimensionamiento de columnas es la siguiente:

$$A = \frac{\#N \times P \times At}{0.35 \times f'c}$$

Donde:

A: Área total de sección

#N: Numero de Pisos

P: Peso de la estructura

At: Área tributaria (m²)

f'c: Resistencia a compresión del concreto

Datos:

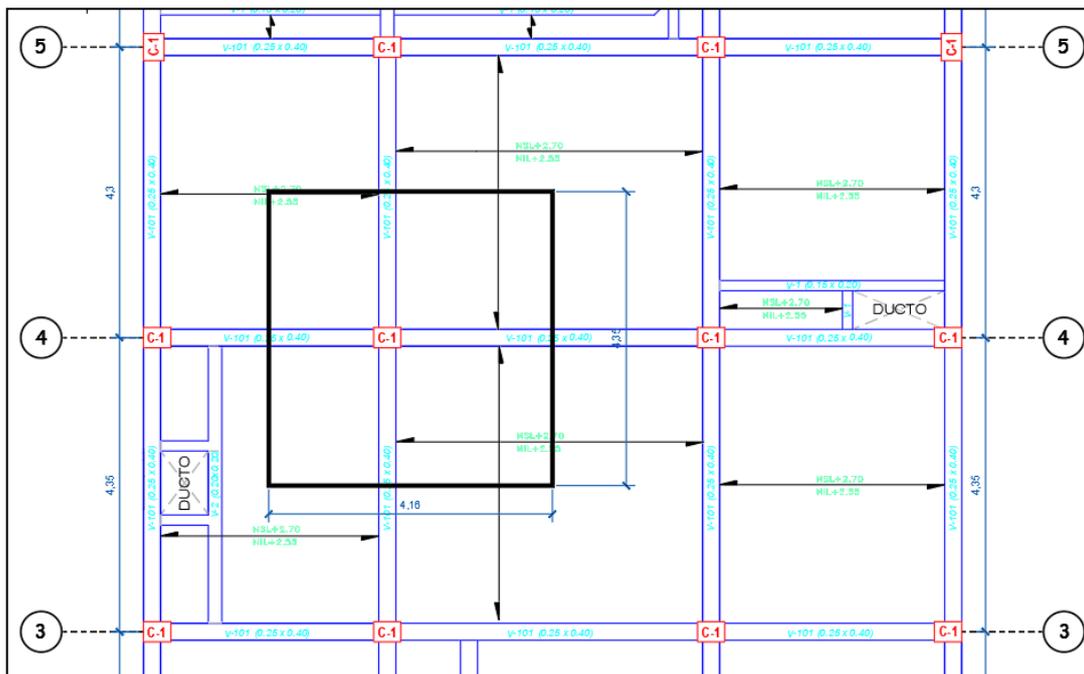
$$P = 1.5 \text{ ton}/\text{m}^2 =$$

$$f'c = 280 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

El área tributaria que soportará la columna central será:

$$A: 4.16\text{m} \times 4.35\text{m} = 18.096 \text{ m}^2$$

Figura N° 32: Área tributaria soportada por columna central.



Entonces:

$$A = \frac{4 \times 1.5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times 18.096 \text{ m}^2}{0.35 \times 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A = 1108 \text{ cm}^2$$

$$A = a \times b$$

Suponiendo un ancho de sección de a = 30 cm

$$b = \frac{1108 \text{ cm}^2}{30 \text{ cm}} = 36.93 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

Finalmente, la sección de columna a usar tendrá una sección de 30x40 cm.

Se optara por usar esta columna para en todos los casos (columnas esquineras, centricas y excentricas) de manera conservadora, a excepción de las columnas que confinan los muros de cerco perimetrico. Las columnas que confinan el cerco perimetrico seran de dimensiones minimas debido a las pocas solicitaciones a las que se vera sometida. Por lo tanto se optara por una columna de 25x25 cm.

Concluido el predimensionamiento de los elementos estructurales, se procedió a la elaboración del plano estructural en función a los resultados obtenidos en esta etapa, obteniendo el plano mostrado en el Anexo N°01 el cual será el mismo para los 4 pisos tomándose este como piso típico, a excepción del techo para cisterna ubicado en la azotea.

4.2.2 Modelamiento estructural

El desarrollo del modelamiento estructural para el análisis estático y dinámico de la edificación se efectuó con el programa ETABS 2018, un software de ingeniería especializado en análisis y diseño estructural.

Para ello, ya teniendo el plano estructural propuesto para la edificación, se procedió al modelamiento dentro del programa ETABS.

Propiedades de los materiales a emplear:

Concreto Patrón (Para todos los elementos estructurales menos cimentación)

- Resistencia del concreto ($f'c$): 335 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad ($f'c$ Patrón): 274545.08 kg/cm²
- Peso Específico: 2345 kg/m³.

Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado (Para todos los elementos estructurales menos cimentación)

Resistencia del concreto ($f'c+0.5\%$ acero galvanizado): 375 kg/cm²

- Módulo de Elasticidad: 290473.75kg/cm²
- Peso Específico: 2343 kg/m³
- Módulo de Poisson (U): 0.20 para todos los casos.

Acero corrugado ASTM A615-G60

- Resistencia a la fluencia (f_y): 4 200 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E): 2×10^6 kg/cm²

Terminado la inserción de las propiedades de los materiales en el programa se procedió a la elaboración del modelo estructural.

Figura N° 33. Vista en Planta del plano estructural en ETABS.

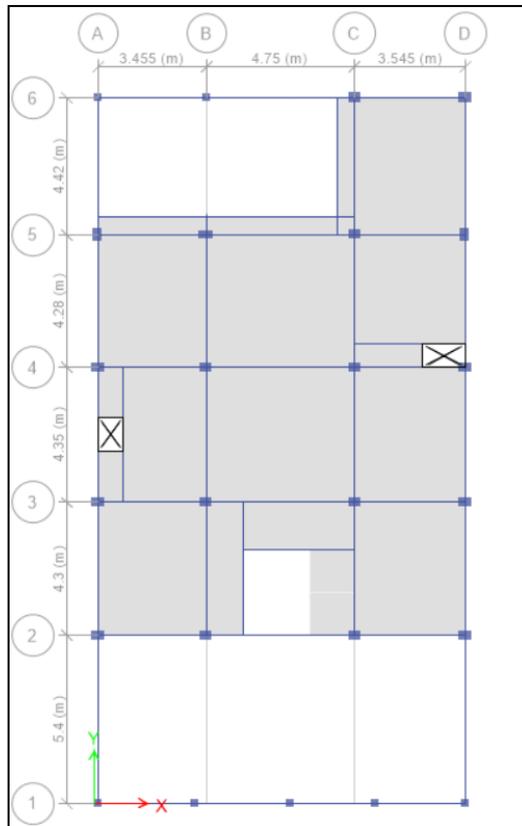


Figura N° 34: Vista en 3D de la edificación en ETABS.

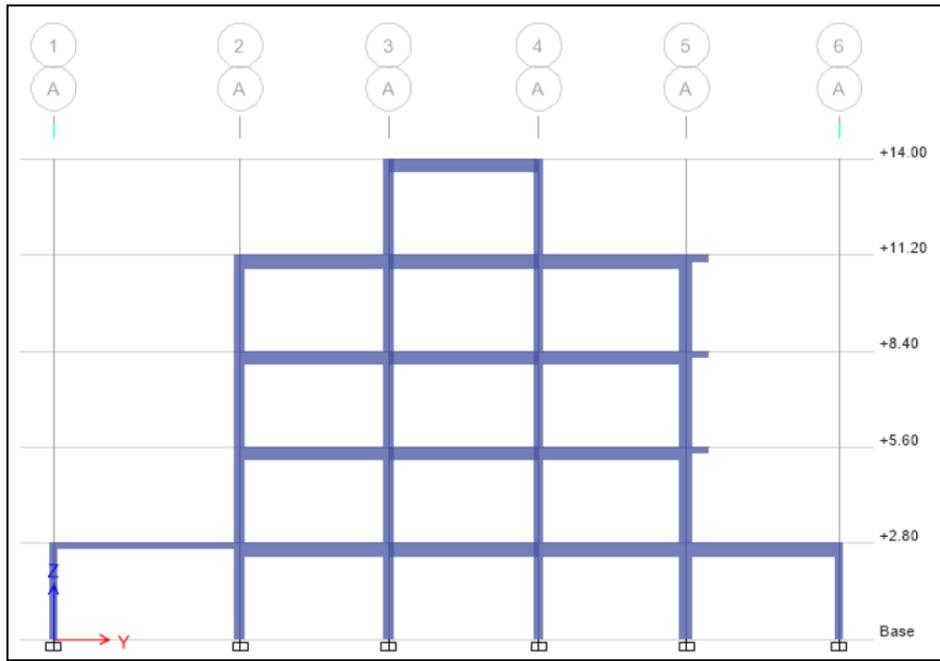
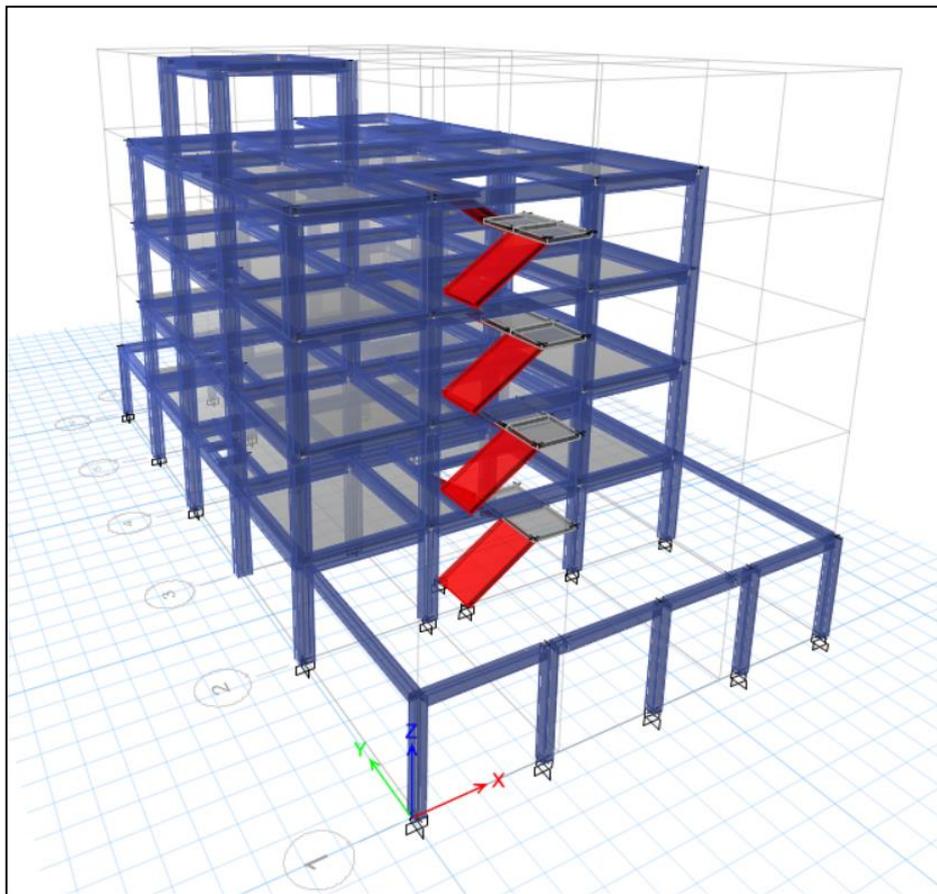


Figura N° 35: Vista en 3D de la edificación en ETABS.



Posterior al modelamiento, se procede a la asignación de las cargas tanto muertas como vivas a las que se verá sometida la estructura durante su vida útil. Cabe resaltar que los valores tanto de cargas vivas como muertas han sido obtenidos de la Norma de Cargas E-020.

Cargas para losas macizas

Se tomo en cuenta una carga distribuida en las losas de:

Carga muerta= 350 kg/m²

Carga Viva= 200 kg/m²

Estas cargas fueron tomadas para toda el área de losas para optar por un diseño más conservador.

Tabla N° 03: *Metrado de carga muerta y viva de la estructura.*

Carga Muerta	
Peso Propio	El programa lo calcula
Acabados	100 kg/m ²
Tabiquería	250 kg/m ²
Carga Viva	
Uso	Viviendas
Corredores	200 kg/m ²
Escaleras	
Cuartos	

Así mismo en el techo de la azotea, se considero una carga adicional de 1800 kg/m² debido al tanque de agua que esta soportará.

Cargas para Vigas

Para vigas la carga muerta de estas el programa ETABS de manera automática ya los considera, por ende solo se determino las cargas muertas de muros.

Peso de muro, $W= 1350 \text{ kg/m}^3$

Espesor de muro, $e= 0.15\text{m}$

Altura de muro alto, $H= 2.4\text{m}$

Altura de parapeto en azotea, $h= 1.10\text{m}$

Peso de muro alto

$$w/m = 1.35 \times 0.15 \times 2.4$$

$$w/m = 0.486 \text{ ton/m}$$

Peso de muro parapeto

$$w/m = 1.35 \times 0.15 \times 1.10$$

$$w/m = 0.223 \text{ ton/m}$$

4.2.3 Diseño Sismorresistente

Para el diseño sismorresistente se tomará en cuenta las normas establecidas por el RNE y el código ACI 318-19.

La norma E-030 (2020) hace mención que: “Esta Norma establece las condiciones mínimas para el Diseño Sismorresistente de las edificaciones” (p.8). Por ende, se tomará en cuenta esta disposición como base para el análisis y diseño de la estructura, tanto como la del código ACO 318-19.

4.2.3.1 Determinación de las acciones sísmicas

ETAPA 1: Peligro Sísmico

En primera instancia se determinarán los valores en función al lugar donde se ejecutará el proyecto y las características del terreno.

- Factor de Zona (Z): 0.45
- Perfil de Suelo: Tipo 2
- Parámetros de Sitio:

$$S = 1.05$$

$$T_p = 0.6$$

$$T_l = 2$$

- Factor de Amplificación Sísmica (C):

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2} \right)$$

En primera instancia se trabajará con $C = 2.5$ ya que aun desconocemos el periodo (T) de la edificación.

ETAPA 2: Caracterización del edificio

- Categoría de la Edificación: C (Edificaciones comunes)
- Factor de Uso: 1.0

Figura N° 36: categoría de las edificaciones y factor de uso.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

- Sistema estructural: Pórticos (Se asumirá para esta primera corrida del modelo en el ETABS, posterior a ello se considerará si es necesario o no placas o muros de corte).

Tabla N° 04: Categoría y sistema estructural de las edificaciones.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema

- Coeficiente Básico de Reducción R0: 8 (Pórticos)

Tabla N° 05: Categoría y sistema estructural de las edificaciones.

Sistemas Estructurales		
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción R0	Básico de
Concreto armado		
Pórticos	8	
Dual	7	
De muros estructurales	6	

- Factores de irregularidad l_a , l_p .
En principio se tomará como si la estructura fuera una estructura regular.
 $l_a = 1,0$
 $l_p = 1,0$
- Restricciones de Irregularidad
Este punto se debe tener en cuenta según sea el caso de la zona donde este ubicada el proyecto.

Tabla N° 06: Categoría y Regularidad de las Edificaciones.

Categoría de Edificación	Zona	Restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

- Coeficiente de reducción de las fuerzas Sísmicas, R

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

$$R = 8 \times 1 \times 1$$

$$R = 8$$

Establecidos los parámetros sísmicos se procede al cálculo del Coeficiente de Aceleración Sísmica:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R}$$

$$S_a = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{8}$$

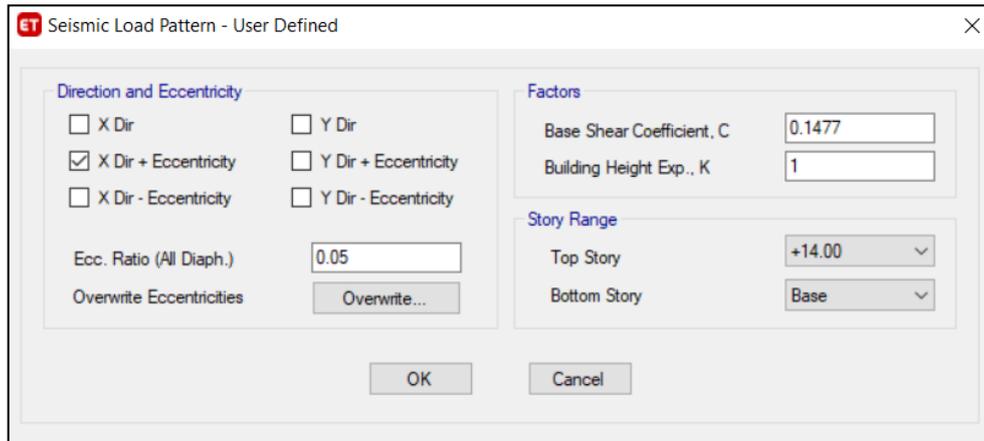
$$S_a = 0.1477$$

Teniendo estos valores se procede al primer análisis en función a los parámetros anteriormente obtenidos.

Tabla N° 07: Parámetros para el 1er Análisis Estático en ETABS.

Análisis X:		Análisis Y	
Z=	0.45	(Z4) Z=	0.45
S=	1.05	(S2) S=	1.05
C=	2.50	C=	2.50
U=	1.00	("C") U=	1.00
Tp=	0.60	Tp=	0.60
Tl=	2.00	Tl=	2.00
Ro=	8.00	Ro=	8.00
la=	1.00	la=	1.00
lp=	1.00	lp=	1.00
R=	8.00	R=	8.00
Sa=	0.1477	Sa=	0.1477

Figura N° 37: Inserción del Coeficiente de Aceleración Sísmica obtenido en el ETABS.



Realizado el primer análisis, se efectúa un chequeo rápido en función de los resultados de los periodos (T). El cual consiste en que el periodo debe ser considerado 0.1 segundos por el número de pisos de mi edificación. Es decir, la edificación de estudio es de 4 pisos. Por ende, el periodo máximo que me debe arrojar el programa para la dirección X e Y es de 0.4 segundos.

Tabla N° 08: Periodos en dirección X, Y, Torsor de la edificación para el Sistema Estructural Aperticado – ETABS.

Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	0.65	1.539	9.6703	93.5152
Modal	2	0.62	1.613	10.1365	102.7488
Modal	3	0.523	1.912	12.0162	144.3883

De los resultados se puede determinar que el periodo para la dirección X = 0.65 y para Y= 0.62. Por lo tanto, al seguir con este mismo sistema estructural o diseño, generara que las derivas o desplazamientos máximos no me cuadren con el máximo normado.

Por lo tanto, se puede optar por 2 opciones:

- ✓ Generará columnas y vigas más robustas, con la finalidad de que aporten mayor rigidez a la estructura en ambos sentidos.
- ✓ Cambiar de sistema estructural y adicionar muros de corte o placas.

En este caso se optó por cambiar de sistema estructural y colocar muros de corte para rigidizar la estructura y pasar este primer chequeo de Periodo (T).

A continuación, se muestra el nuevo modelo generado en el programa ETABS

Figura N°38: Vista en Planta del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.

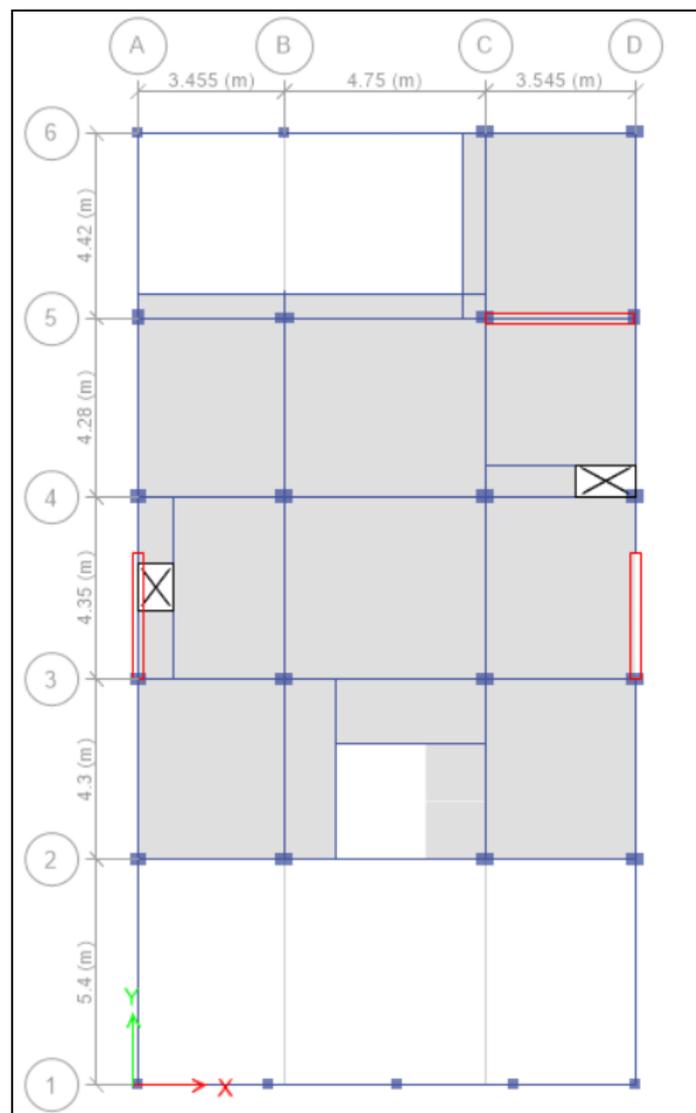


Figura N° 39: Vista en elevación del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.

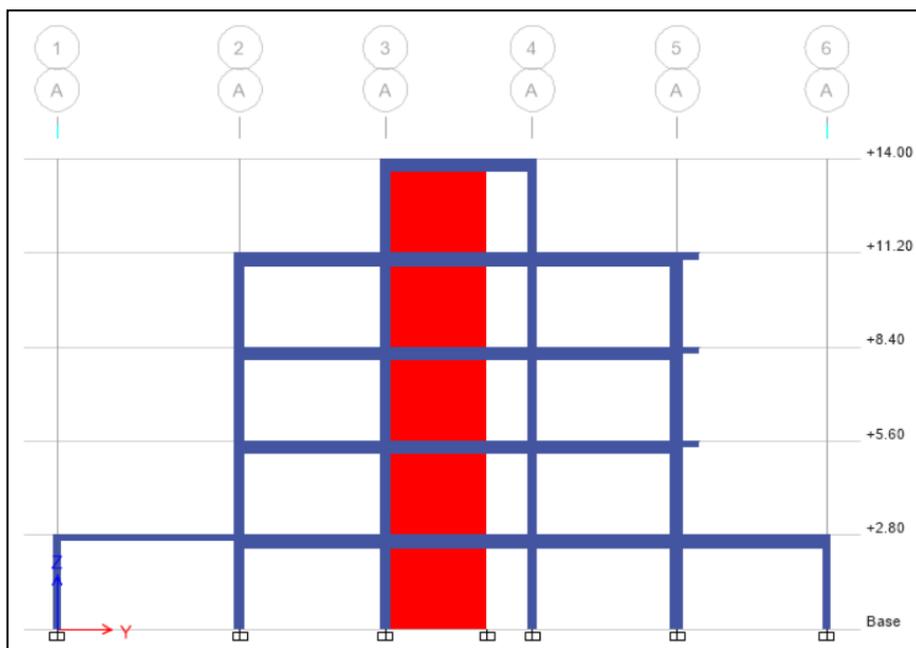
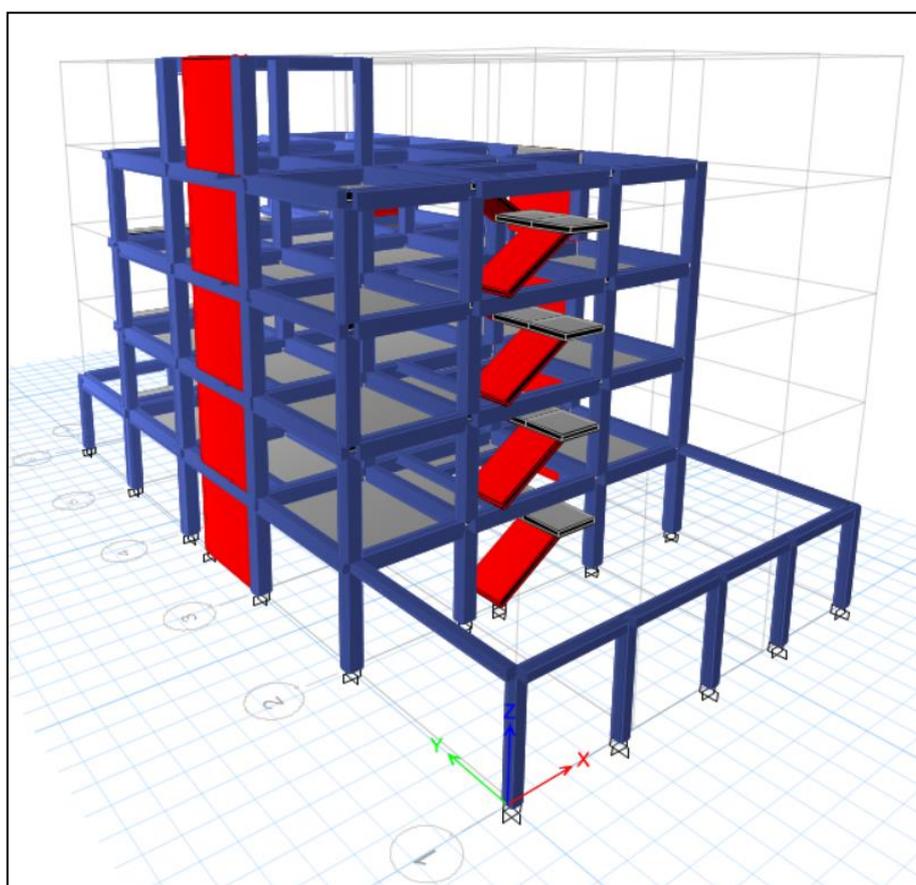


Figura N° 40: Vista en 3D del nuevo plano estructural en ETABS adicionando placas.



Posterior a ello, se toman en consideración los parámetros obtenidos para el Análisis sísmico, salvo para el Coeficiente Básico de Reducción que en este caso se tomara en primera instancia como un sistema estructural Dual, por ende:

$$R_0 = 7$$

Calculando nuevamente el Coeficiente de Aceleración Sísmica:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R}$$

$$S_a = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{7}$$

$$S_a = 0.1688$$

Tabla N°09: Parámetros para el 2do Análisis Estático en ETABS.

Análisis X:			Análisis Y	
Z=	0.45	(Z4)	Z=	0.45
S=	1.05	(S2)	S=	1.05
C=	2.50		C=	2.50
U=	1.00	("C")	U=	1.00
Tp=	0.60		Tp=	0.60
Tl=	2.00		Tl=	2.00
Ro=	7.00		Ro=	7.00
la=	1.00		la=	1.00
lp=	1.00		lp=	1.00
R=	7.00		R=	7.00
Sa=	0.1688		Sa=	0.1688

Realizando un segundo análisis en función al nuevo modelo estructural mostrado anteriormente. El ETABS me arroja los siguientes resultados de Periodo (T).

Tabla N° 10: *Periodos en dirección X, Y, Torsor de la edificación para el Sistema Estructural Dual – ETABS.*

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad²/sec²
Modal	1	0.357	2.803	17.6114	310.16
Modal	2	0.285	3.508	22.0422	485.86
Modal	3	0.221	4.534	28.4849	811.3912

En este 2do análisis se puede visualizar que el periodo en dirección X= 0.357 segundos y en dirección Y= 0.283 segundos.

Peiodo en dirección X < 0.4 segundos

Peiodo en dirección Y < 0.4 segundos

Por ende, este modelo presenta una mejor característica estructural para el chequeo de derivas o desplazamientos.

ETAPA 3: Análisis Estructural

- **Estimación del Peso**

Para este caso como la edificación está en una categoría C, entonces, para el cálculo del Peso (P), se toma en cuenta un 25% de la carga viva.

Entonces para ello se define este requisito en el ETABS para que tenga en cuenta tanto la carga muerta como el 25% de la carga viva.

Figura N° 41: Definición de parámetros de Carga muerta y viva en el Mass Source Data - ETABS 2018.

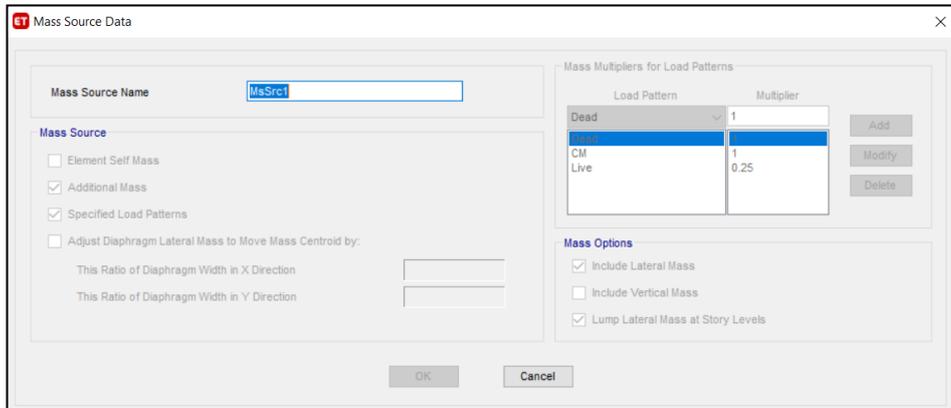


Tabla N° 11: Peso de la Edificación por Pisos.

Nivel	Peso (ton)
Azotea	31.24
Piso 04	218.52
Piso 03	246.45
Piso 02	246.45
Piso 01	252.22
Σ=Peso	994.88

Se tiene que el Peso Total de la edificación es de 994.88 Toneladas.

- **Análisis Estático**

La norma E-030 (2020), hace mención que se puede analizar mediante este procedimiento todas las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada indiferentemente de si es o no irregular, pero siempre en cuando esta tenga una altura no mayor de 15m (p.26).

Para el inicio del Análisis Estático primero se debe tener definido de manera certera, los parámetros restantes de:

Factor de Amplificación Sísmica (C)

Factores de Irregularidad I_a e I_p

Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica (R)

Para ello, se dio inicio con la determinación de las irregularidades estructurales.

Irregularidad de Masa o Peso

La norma E-030 (2020) manifiesta que: “Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso [...] es mayor que 1.5 veces el de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos” (p. 22)

Tabla N°12: Tabla de verificación de irregularidad de Peso de la estructura.

Nivel	Peso por Nivel (ton)	Verificación 01	Verificación 02	Ver
1	252.22	1.02	1.00	OK
2	246.45	1.00	0.98	OK
3	246.45	1.13	1.00	OK
4	218.52	1.00	0.89	OK

Irregularidad de Esquinas Entrantes

La norma E-030 (2020) menciona que: “La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta” (p. 23).

Figura N° 42. Irregularidad por Esquinas Entrantes.

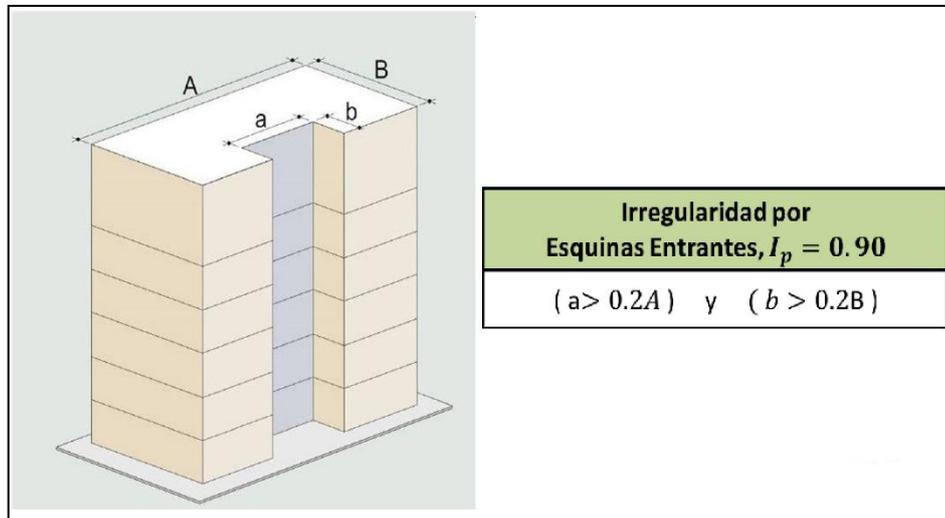


Tabla N°13: Dimensiones de esquinas entrantes y dimensiones total de la estructura.

a=	8.13	b=	4.33
A=	13.00	B=	23.00
%Entrante=	63%	%Entrante=	19%
Eje X	IRREGULAR	Eje Y	REGULAR

La estructura muestra irregularidad en el eje Y, mientras que en el eje X no muestra irregularidad.

Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

La norma E-030 manifiesta que: “La estructura califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma” (p. 23).

Área Total= 175.65 m²

Aberturas= 9.85 m²

9.85 m² < 87.825 m².

Verificación del Sistema Estructural

Tabla N° 14: Cortante total en Dirección X e Y.

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
DQx	LinRespSpec	Max	109.135	7.9012
DQy	LinRespSpec	Max	7.9012	124.175

Tabla N° 15: Cortante absorbida por muros en X e Y.

Muros	Fuerza cortante	% de absorción de Cortante
Dirección X	79.59 Tonf	72.9%
Dirección Y	109.99 Tonf	88.6%

Por lo tanto, los muros al absorber más del 70% de la Fuerza Cortante total, se considera un sistema de Muros estructurales.

Entonces:

$$R0 = 6$$

$$Tx = 0.357$$

$$Ty = 0.285$$

$$Txy < Tp = 0.357 < 0.60$$

$$\rightarrow C = 2.5$$

Teniendo ya estos datos se actualizan los parámetros que se definieron en un inicio

Tabla N° 16: Parámetros para el Análisis Estático final en ETABS.

Análisis X:		Análisis Y	
Z=	0.45	(Z4)	Z= 0.45
S=	1.05	(S2)	S= 1.05
C=	2.50		C= 2.50
U=	1.00	("C")	U= 1.00
Tp=	0.60		Tp= 0.60
Tl=	2.00		Tl= 2.00
Ro=	6.00		Ro= 6.00
la=	1.00		la= 1.00
lp=	0.90		lp= 0.9
R=	5.40		R= 5.40
Sa=	0.218		Sa= 0.218

Fuerza Cortante en la Base

Verificación de los parámetros C y R

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

0.416 \geq 0.11 Cumple

Determinación de Fuerza Cortante Total Estática.

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

$$V = 0.218 \times 994.88$$

$$V = 216.88 \text{ Ton}$$

P: Peso de todos los pisos incluido la azotea.

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

$$F_i = \alpha_i \times V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Para T menor o igual a 0.5 segundos → k=1,0

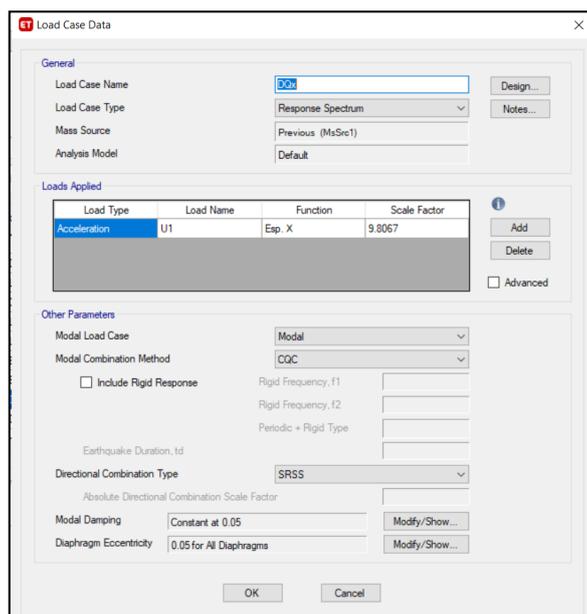
Tabla N°17: Cálculo de Cortante Basal para dirección X e Y.

Nivel	Peso (ton)	h (m)	Pi(hi)^k	αi	Fi
Piso 04	218.52	11.20	2447.43	0.371	80.38
Piso 03	246.45	8.40	2070.18	0.313	67.99
Piso 02	246.45	5.60	1380.12	0.209	45.33
Piso 01	252.22	2.80	706.21	0.107	23.19
Σ=Peso	963.64	Pi(hi)^k	6603.94	1.00	216.88

estr.

Por último, se considerará una excentricidad accidental de 0,05 veces la dimensión del edificio perpendicular al sentido de análisis.

Figura N°43: Inserción de excentricidad accidental dentro del programa ETABS.



- **Análisis Dinámico Modal Espectral**

La norma E-030 (2020) menciona que: “Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral [...]” (p. 28).

Verificación de participación de más del 90% de participación de masas en los modos de vibración, con la finalidad que el programa arroje valores más precisos.

Figura N° 44: Porcentaje de participación de masa en los Modos de Vibración de la Estructura.

ET Modal Load Participation Ratios					
File Edit Format-Filter-Sort Select Options					
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: None	
Filter: None					
	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	99.99	97.9
	Modal	Acceleration	UY	99.92	94.81
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

Así mismo se toma en consideración un amortiguamiento de 5% para los elementos estructurales.

Para el Análisis Dinámico se tomará en consideración los parámetros obtenidos ya anteriormente para el Análisis Estático.

Tabla N°18: Parámetros para el Análisis Dinámico final en ETABS.

Análisis X:			Análisis Y	
Z=	0.45	(Z4)	Z=	0.45
S=	1.05	(S2)	S=	1.05
C=	2.50		C=	2.50
U=	1.00	("C")	U=	1.00
Tp=	0.60		Tp=	0.60
Tl=	2.00		Tl=	2.00
Ro=	6.00		Ro=	7.00
la=	1.00		la=	1.00
lp=	0.90		lp=	0.90
R=	5.40		R=	5.40
Sa=	0.218		Sa=	0.218

Se generan los Espectros de Respuestas en el ETABS, en función a los parámetros mostrados.

Figura N° 45: Espectro de Respuesta en Dirección X.

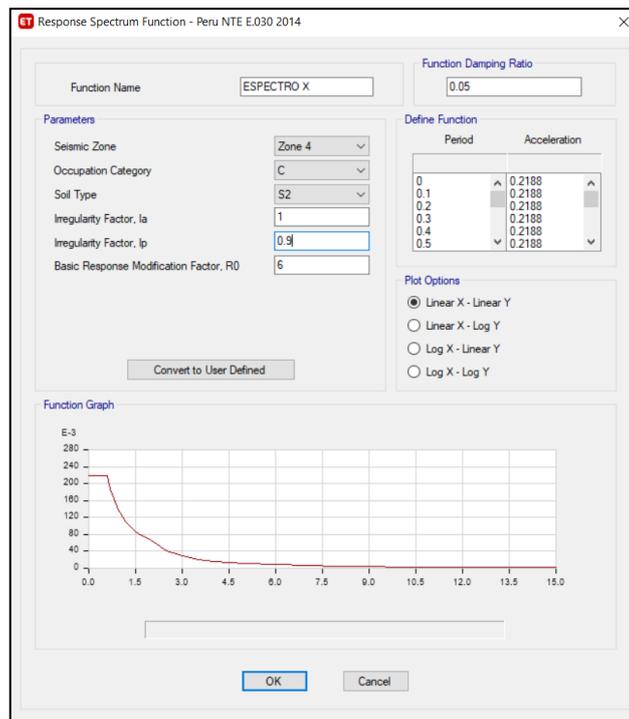
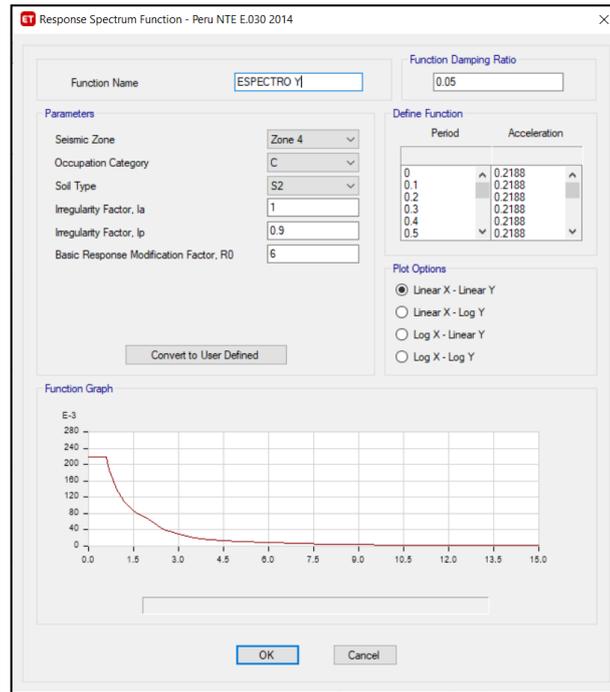


Figura N°46: Espectro de Respuesta en Dirección Y.



Definidos Espectros de Respuesta e introducidos en los casos de cargas dinámicas en dirección X e Y que actuarán sobre la estructura en el modelo generado en el ETABS.

Figura N°47: Asignación de Espectro a caso de Carga Dinámica en X.

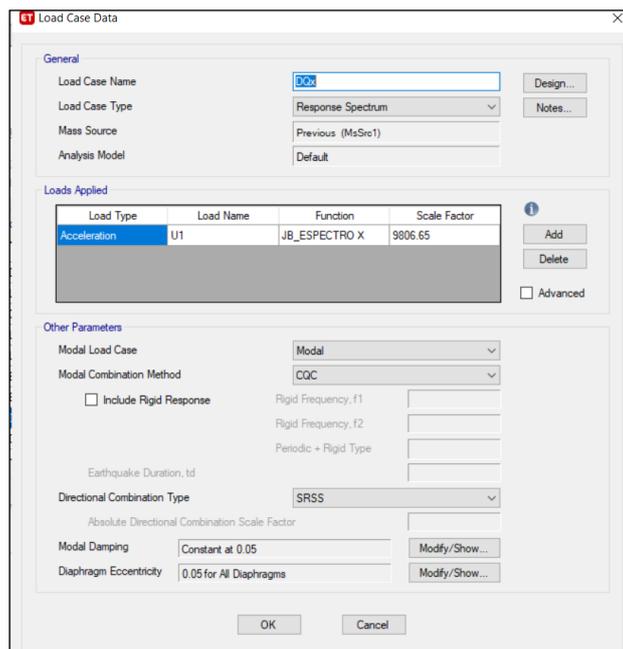
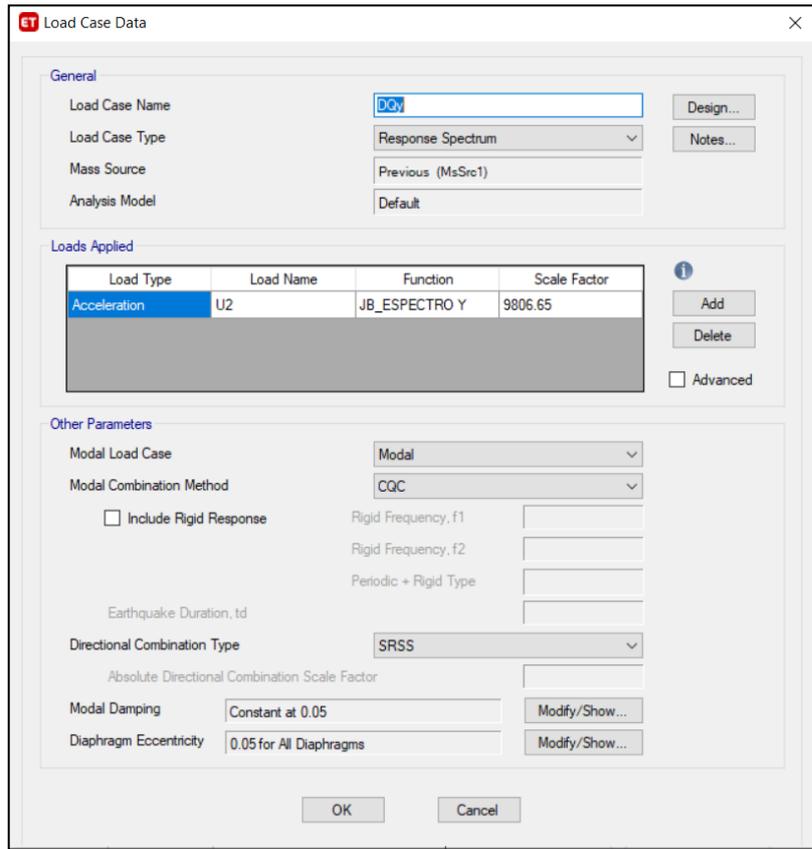


Figura N°48: Asignación de Espectro acaso de Carga Dinámica en X.



Periodos de Vibración

Figura N° 49: Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

ET Modal Periods And Frequencies							
File Edit Format-Filter-Sort Select Options							
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: None		Modal Periods And Frequencies	
Filter: None							
	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²	
▶	Modal	1	0.357	2.803	17.6114	310.16	
	Modal	2	0.285	3.508	22.0422	485.86	
	Modal	3	0.221	4.534	28.4849	811.3912	

Figura N°50: Periodos de Vibración para concreto patrón.

ET Modal Periods And Frequencies							
File Edit Format-Filter-Sort Select Options							
Units: As Noted		Hidden Columns: No		Sort: None		Modal Periods And Frequencies	
Filter: None							
	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²	
▶	Modal	1	0.367	2.725	17.123	293.1959	
	Modal	2	0.293	3.411	21.4304	459.2612	
	Modal	3	0.227	4.41	27.7082	767.7435	

Figura N° 51: 1er Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

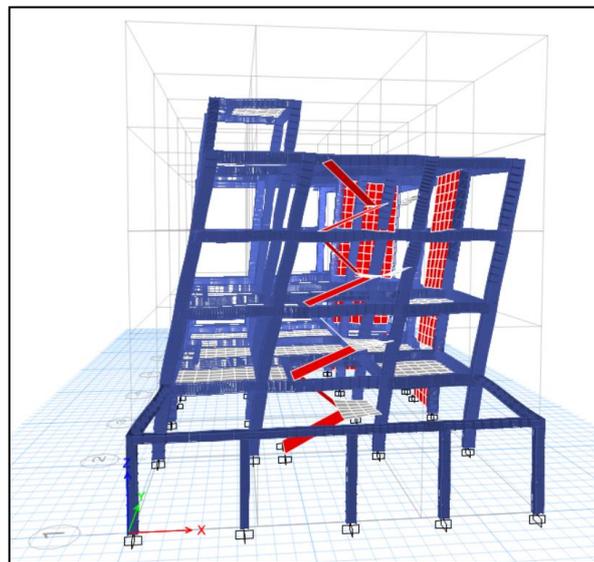


Figura N° 52: 2do Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

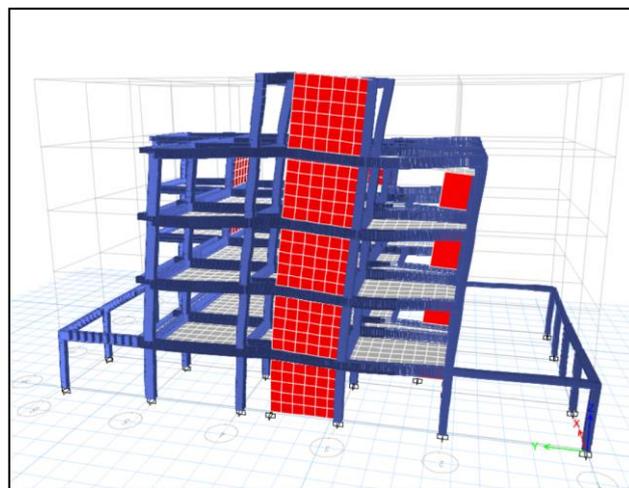
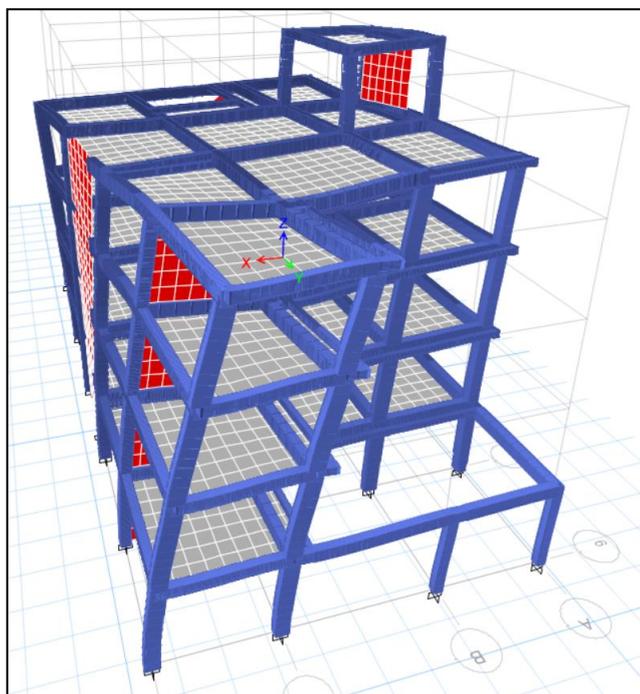


Figura N° 53: 2do Periodos de Vibración para concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.



Determinación de Desplazamientos Laterales o Derivas

Se procedió al cálculo de desplazamientos tanto para el rango elástico como para el inelástico, teniendo como referencia la norma E-030, la cual indica un desplazamiento máximo de 0,007.

Figura N° 54: Límites para la distorsión del entrepiso - E-030.

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

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

En primera instancia se calcula las Derivas en dirección X:

Tabla N° 19: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

Derivas Máximas					
Piso	Altura (m)	Desplazamiento Absoluto (mm)	Desplazamiento Relativo (mm)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica
1	2.80	2.052	2.05	0.000733	0.00374
2	2.80	5.508	3.46	0.001234	0.00629
3	2.80	9.189	3.68	0.001315	0.00670
4	2.80	12.456	3.27	0.001167	0.00595

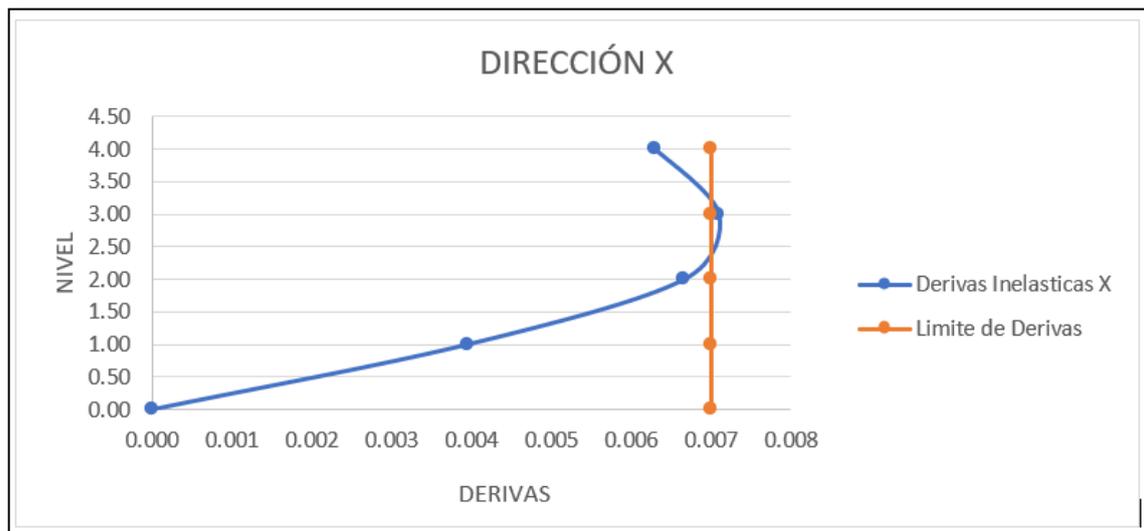
Figura N° 55: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.



Tabla N° 20: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.

Derivas Máximas					
Piso	Altura (m)	Desplazamiento Absoluto (mm)	Desplazamiento Relativo (mm)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica
1	2.80	2.171	2.17	0.000775	0.00395
2	2.80	5.829	3.66	0.001306	0.00666
3	2.80	9.724	3.90	0.001391	0.00709
4	2.80	13.18	3.46	0.001234	0.00629

Figura N° 56: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.



Posteriormente se efectúa el mismo procedimiento para el cálculo de Derivas en dirección Y:

Tabla N° 21: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección Y – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

Derivas Máximas					
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento Absoluto (mm)	Desplazamiento Relativo (mm)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica
1	2.80	0.873	0.87	0.000312	0.00159
2	2.80	2.456	1.58	0.000565	0.00288
3	2.80	4.354	1.90	0.000678	0.00346
4	2.80	6.219	1.87	0.000666	0.00340

Figura N° 57: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto + 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

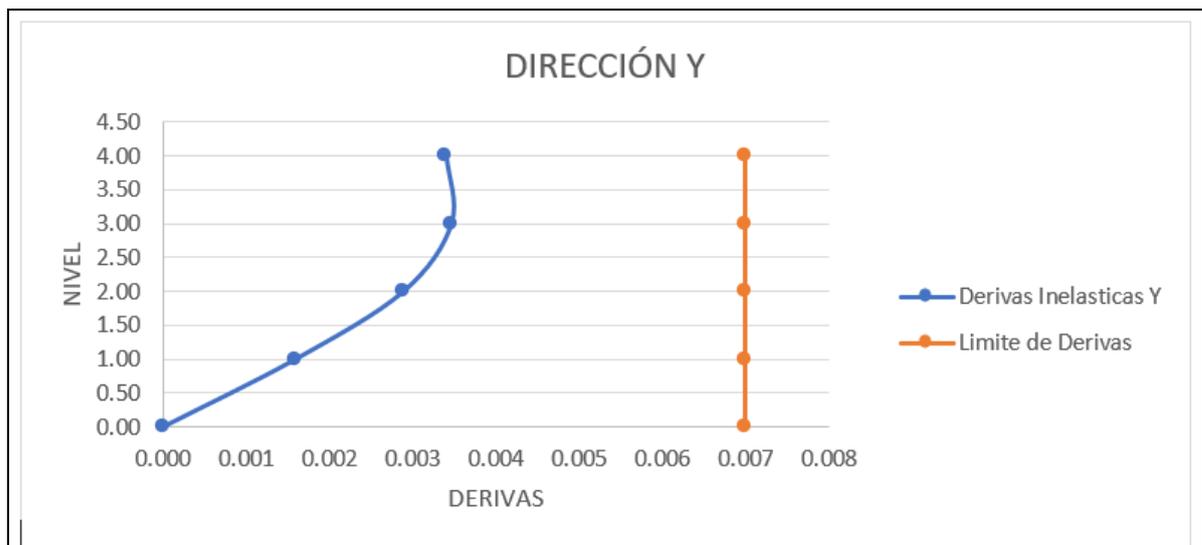
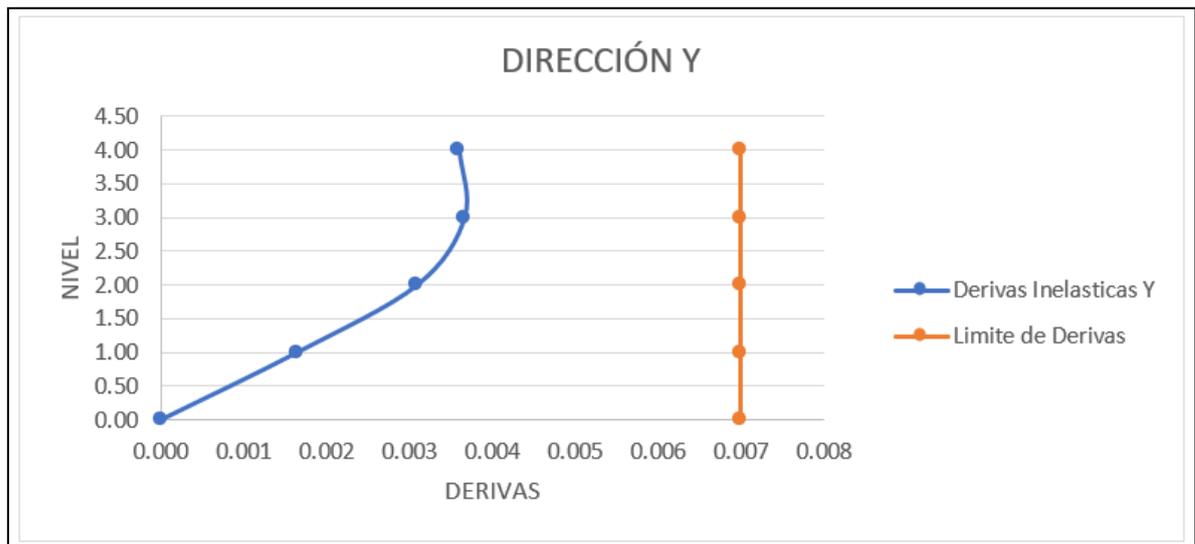


Tabla N° 22: Cálculo de Derivas Inelásticas en Dirección Y – Concreto Patrón.

Derivas Máximas					
Piso	Altura Piso (m)	Desplazamiento Absoluto (mm)	Desplazamiento Relativo (mm)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica
1	2.80	0.902	0.90	0.000322	0.00164
2	2.80	2.598	1.70	0.000606	0.00309
3	2.80	4.606	2.01	0.000717	0.00366
4	2.80	6.579	1.97	0.000705	0.00359

Figura N° 58: Derivas Inelásticas en Dirección X – Concreto Patrón.



V. DISCUSIÓN

Conforme a los ensayos realizados se determinó que la dosificación óptima para la elaboración de un concreto con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm², es de un concreto más 0.5% de fibras de acero galvanizado reciclado. Este resultado se definió en base a los resultados obtenidos por el ensayo de rotura de probetas, donde se puede observar el mayor aumento de resistencia del concreto para un porcentaje de 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado. Para el cual se tiene las siguientes proporciones a tener en cuenta para su elaboración:

Tabla N° 23: Características generales para elaboración del concreto con 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

Denominación	f'c = 280 kg/cm²
Asentamiento	3" – 4"
Relación a/c de diseño	0.48
Relación a/c de obra	0.48
Proporciones de diseño	1.0: 1.73: 2.06
Proporciones de obra	1.0: 1.77: 2.08
Aditivo: fibra de acero galvanizado reciclado	212.50 gr por bolsa de cemento

Tabla N° 24: Cantidad de material por m³ de concreto en obra con 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.

Cemento	440 kg
Arena	779 kg
Piedra	913 kg
Agua	209 lt
Aditivo: fibra de acero galvanizado reciclado	2.20 kg
Densidad	2343 kg/m ³

Estos parámetros serán los requeridos para una correcta elaboración de un concreto con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ más la resistencia adquirida por la adición de las fibras de acero galvanizado reciclado.

Respecto a los resultados obtenidos mediante pruebas de laboratorio para el diseño de mezcla añadiendo fibras de acero galvanizado reciclado a un concreto tradicional, se observa un ligero aumento de resistencia con la aplicación de dicha fibra a los 28 días de rotura.

Tabla N° 25: Comparación de resistencia a compresión del concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.

CONCRETO	Resistencia (kg/cm²)	f'c	Porcentaje (%)
Patrón	335.00		100
+5% de acero galvanizado	375.00		112

Tabla N° 26: Comparación de resistencia a flexión del concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.

CONCRETO	Resistencia (kg/cm²)	f'ct	Porcentaje (%)
Patrón	21.00		100
+1.5% de acero galvanizado	27.00		129

Se puede visualizar que para el caso de resistencia de concreto a compresión la de fibra de acero tiende a aumentar su resistencia en un 12%, de manera ligera.

Así mismo, se puede observar la influencia de la fibra de acero galvanizado reciclado para la resistencia a tensión, tal es el caso que con un porcentaje de 1.5%

de adición de fibra tiende a optimizar su resistencia en un 29% respecto de su resistencia normal.

Por otro lado, se comprueba que la fibra de acero galvanizado reciclado tiene mayor influencia en la resistencia a tensión del concreto.

Respecto al peso específico del concreto con fibra de acero galvanizado reciclado no se evidencio una gran diferencia, ya que la el concreto con 5% de fibra dio un peso específico de 2343 kg/m³ y el concreto patrón un peso específico de 2345 kg/cm³.

Referente al análisis sísmico y diseño estructural efectuado, se puede visualizar que la estructura de concreto con acero galvanizado reciclado paso de manera favorable las derivas inelásticas máximas permitidas por la norma E-030, a excepción de la estructura de concreto tradicional o patrón que no pudo cumplir con el valor requerido en el 3er piso en dirección del eje global X, como se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla N° 27: Derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra de acero galvanizado en dirección X (Áx).

N° PISOS	Δx		Δy	
	Concreto con fibra de acero galvanizado	Concreto patrón	Concreto con fibra de acero galvanizado	Concreto patrón
1	0.00374	0.00395	0.00159	0.00164
2	0.00629	0.00666	0.00288	0.00309
3	0.0067	0.00709	0.00346	0.00366
4	0.00595	0.00629	0.0034	0.00359

Figura N° 59: Comparación de derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra y acero galvanizado en dirección X ($\ddot{A}x$).

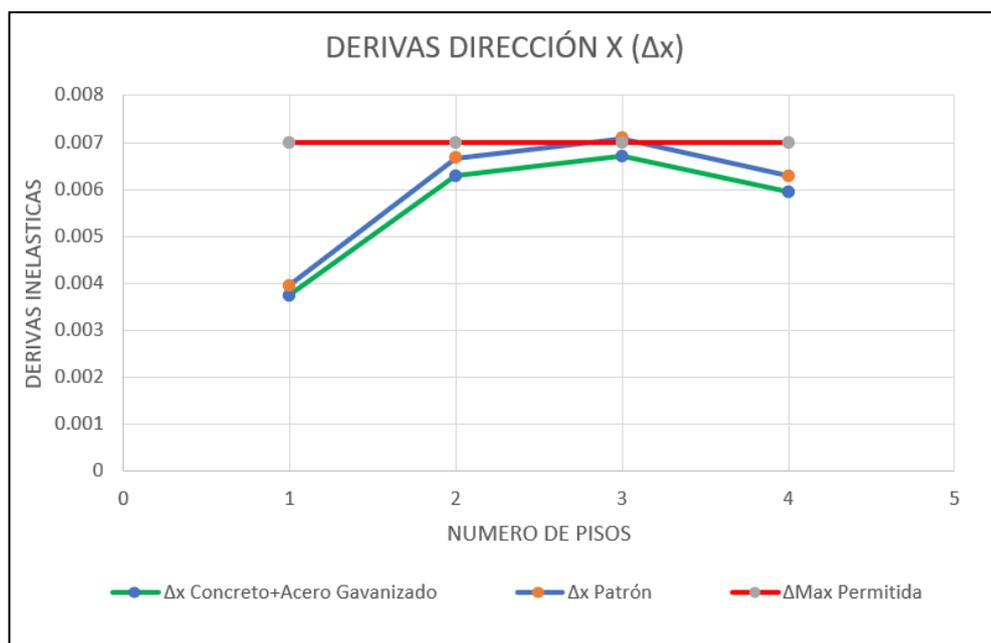
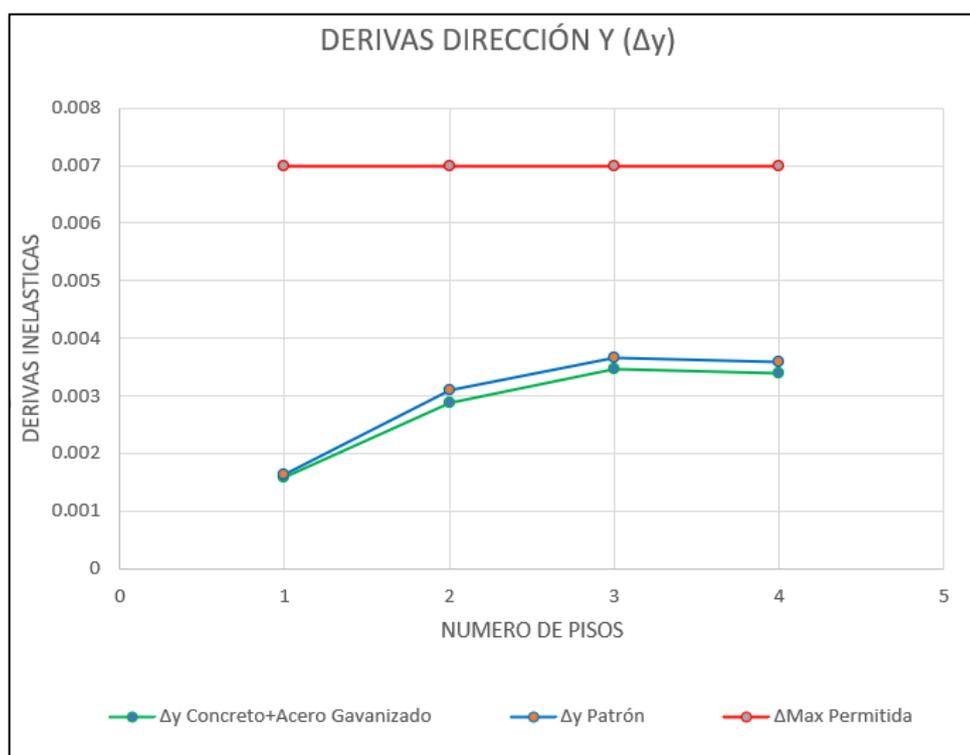


Figura N° 60: Comparación de derivas de estructura de concreto patrón y concreto con fibra y acero galvanizado en dirección Y ($\ddot{A}y$).



V. CONCLUSIONES

1. El diseño de mezcla más óptimo fue del porcentaje de 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado, ya que, generó un mayor incremento de sobre resistencia (40 kg/cm^2 más) con respecto a la del concreto patrón o tradicional. Así mismo, el diseño de mezcla para concreto con fibra de acero galvanizado reciclado en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% con respecto al volumen del concreto, no reduce de manera considerable la trabajabilidad de la mezcla, por ende, la resistencia del concreto no se ve afectada durante el mezclado. Por ello, se concluye que el porcentaje de fibra de acero galvanizado reciclado óptimo para la mejora de la resistencia del concreto a compresión es de 0.5%. Así también, la fibra de acero no logra disminuir de manera notoria el peso del concreto, debido a que esta es aplicada en una baja proporción (0.5%) con respecto al volumen del concreto
2. Se concluye que la fibra de acero reciclado galvanizado tiende a incrementar la resistencia a compresión del concreto de manera ligera en un 12%, con respecto a un porcentaje de 0.5% de fibra de acero galvanizado reciclado. De igual manera, esta tiende a incrementar la resistencia a flexión del concreto en un porcentaje de 29% referente a su resistencia normal, empleando 1.5% de fibra de acero galvanizado reciclado.
3. Respecto al análisis sísmico de la estructura aplicando las propiedades mecánicas del concreto con fibra de acero galvanizado reciclado dentro del programa ETABS, este cumplido de manera favorable con las derivas máximas permitidas por la norma E-030. Así mismo, se logró una ligera mejora con respecto a los periodos de vibración y derivas con respecto al modelo estructural con propiedades de concreto patrón o tradicional.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el estudio de elementos estructurales que tengan compuestos de acero dentro de su dosificación del concreto a largo plazo, con la finalidad de verificar que el compuesto de acero no genere corrosión al entrar en contacto con las varillas de refuerzo estructural y por ende una reducción de resistencia en estos tipos de elementos estructurales.
2. Se recomienda el análisis de las fibras de acero en áreas específicas de los elementos estructurales, especialmente en zonas donde exista mayor demanda por cortante o zonas con alta probabilidad de fisuras.
3. Se debería tomar en consideración el estudio de fibras de acero en sistemas estructurales de albañilería confinada, ya que, estos elementos al ser incorporados en mezclas de concreto actúan como nervios internos que generan una mayor adherencia en él y posiblemente puede llegar a ser de gran aporte para las resistencias al cizallamiento de muros de albañilería.
4. Es importante tener en cuenta la dosificación de fibra de acero a emplear en el concreto, debido a que este si bien es cierto se diseña en laboratorio en probetas sin elementos de refuerzo longitudinal o transversal, que, a diferencia de los trabajos, ya en obra los elementos estructurales muchas veces tienden a tener acero longitudinal y transversal a una distancia mínima entre ellas, lo cual podría generar cangrejas en los elementos.
5. Se recomienda que para todo estudio de suelos se trabaje con un laboratorio certificado o en el mejor de los casos si se pudiera hacer un seguimiento por parte del investigador durante estos ensayos sería más óptimo, para verificar que se está realizando los estudios de manera correcta y responsable.

Referencias

- LA VIVIENDA EN EL PERÚ: ACCESO Y PERSPECTIVAS
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/8EB24434AD95EDDD05258295005FC113/\\$FILE/8.INFINVES54.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/8EB24434AD95EDDD05258295005FC113/$FILE/8.INFINVES54.pdf)
- De los Ríos, Silvia (2020). Situación de Vivienda en el Perú el déficit habitacional, (4) pág. Lima. Recuperado, desde: https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload_misereororg/publication/es/c/limatechange_energy/caso-de-estudio-peru.pdf
- “¿Y QUÉ SERÁ DE LA VIDA?: UN ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD A LA POBREZA DE LOS HOGARES PERUANOS 2014-19
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/vulnerabilidad-a-la-pobreza-v6.pdf>
- Construction materials’ properties: Investigation of unreinforced masonry buildings in the cities of Tirana, Durrës and Elbasan
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S221450952030067X?token=C8E00937D22702C4F48F335FC29288F97A930BDEB2063FFC4139025A744E9FDE646D63858E6565B8024346940AC79D72&originRegion=us-east-1&originCreation=20210601031100>
- Muñoz, F. y Mendoza J. (2013). La durabilidad en las estructuras de concreto reforzado desde la perspectiva de la norma española para estructuras de concreto. Barcelona, España. Recuperado, desde: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112012000200004
ISSN: 2007-3011

- Quizanga, Viera y Andino (2020). ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL DE EDIFICIOS APORTICADOS DE HORMIGÓN ARMADO APLICANDO NORMATIVA ECUATORIANA, COLOMBIANA Y PERUANA. Universidad Nacional del Ecuador: Investigación y Desarrollo. Consultado en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/2186>
- 2008_PERU_SISTEMAS NO CONVENCIONALES_VIVIENDAS <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1067832/RM%20319-2021-VIVIENDA.pdf.pdf.pdf>
- Comparison of housing construction systems in the huastecazone: Vernacular, industrialized and hybrid. Study cases <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509520300310?token=F90C9CEDCA76CDE79E52EA4CB4D15B0AC89CA4CD9B453672988C36A9E29DAD1E31B2EFC4082E6EE1F1E6BEA053ED8F42&originRegion=us-east-1&originCreation=20210601030606>
- Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S140577431630035X>
- Influence of masonry infills on the progressive collapse resistance of reinforced concrete framed buildings <https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029618307600>
- Influence of ground motion duration on damage index-based fragility assessment of a plan-asymmetric non-ductile reinforced concrete building. <https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029617327086>

- Influence of foundation flexibility on seismic fragility of reinforced concrete high-rise buildings
<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267726120311477>
- Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300178>
- RBF-Slip behaviour of reinforced concrete elements subjected to corrosion of rebar
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509520300929?token=A23AD1AC1813F645E13732129F610A9D2824C6B186B13279734198165742572F4851CFBBE36441E885B79DFF0BDC4EA9&originRegion=us-east-1&originCreation=20210601031534>
- Diseño de sistema de monitoreo remoto para evaluación de la corrosión en estructuras de concreto reforzado sometidas a ion cloruro
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1405774315000414?token=14EAE6C237EC3374690391E4283A0A246571CDFFD3F59315E915E66D12262DE3D002D5130E3D903DB55FC439E2A38931&originRegion=us-east-1&originCreation=20210531182523>
- Establishment of multistage gradient modulus intermediate layer between fiber and matrix via designing double “rigid-flexible” structure to improve interfacial and mechanical properties of carbon fiber/resin composites
<https://scihub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353820312112>

- Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1405774315000347?token=40BF9087664E7847C0513870C5B762EBDE272C487B94A1AAD81766F6AE767283E690A53872508740DD8F56F217086E26&originRegion=us-east-1&originCreation=20210531182059>

- ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APLICANDO LA NUEVA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE EN LA URBANIZACIÓN SOLILUZ–TRUJILLO

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2099/1/REP_ING.CIVIL_IV%C3%81N.CRUZ_VALIA.DIEGUEZ_AN%C3%81LISIS.DISE%C3%91O.ESTRUCTURAL.CONCRETO.ARMADO.VIVIENDA.MULTIFAMILIAR.APLICANDO.NUEVA.NORMA.DISE%C3%91O.SISMORRESISTENTE.URBANIZACION.SOLILUZ.TRUJILLO.pdf

- McCormac, J. y Brown R. (2011). Diseño de Concreto Reforzado. (8° edición). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Braja, M. (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. (7° edición). México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Chopra, A. (2014). Dinámica de estructuras. (4° edición). México: Pearson Educación.
- Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. (3° edición). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

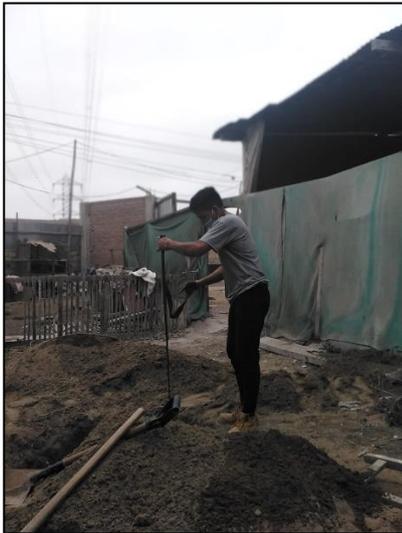
- SENCICO (2020). NORMA E.020 CARGAS. (1° edición digital). Lima: Gerencia de Investigación y Normalización del SENCICO. Consultado en: www.gob.pe/sencico.
- SENCICO (2020). NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE. (1° edición digital). Lima: Gerencia de Investigación y Normalización del SENCICO. Consultado en: www.gob.pe/sencico.
- SENCICO (2020). NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. (1° edición digital). Lima: Gerencia de Investigación y Normalización del SENCICO. Consultado en: www.gob.pe/sencico.
- SENCICO (2020). NORMA E.060 CONCRETO ARMADO. (1° edición digital). Lima: Gerencia de Investigación y Normalización del SENCICO. Consultado en: www.gob.pe/sencico.
- Comité ACI 318 (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. USA: American Concrete Institute. Consultado en: <https://www.udocz.com/pe/apuntes/53414/aci-318-19-espanol>

Anexos

Anexo 2: Matriz de consistencia

Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Cuatro Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021.								
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variabes	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
<p>Problema General: ¿Como influye el concreto con fibras de acero galvanizado reciclado en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021?</p>	<p>Objetivo General: Determinar cómo influye el concreto con fibras de acero galvanizado reciclado en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021.</p>	<p>Hipótesis General: El concreto con fibra de acero galvanizado reciclado influirá en el comportamiento sísmico de un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021.</p>	<p>Variable Independiente: Concreto con fibra de acero galvanizado reciclado.</p>	Propiedades Físicas de agregados	Granulometría	<p>Enfoque: Cuantitativa Tipo de Investigación: Es aplicada Diseño de Investigación: Cuasi-experimental Población de estudio: 39 probetas de concreto elaboradas con fibra de acero galvanizado reciclado y sin fibra de acero reciclado Muestra: 9 probetas de concreto con fibras de acero reciclado en distintos porcentajes de 0%, 0.5%, 1% y 1.5% y 3 probetas prismáticas (vigas) de concreto, 2 con adición de 1.5% de fibra de acero galvanizado reciclado y 1 convencional.</p>	<p>Observación experimental y específica, para la obtención de propiedades físicas y mecánicas del concreto aplicando fibras de acero reciclado.</p>	<p>Fichas técnicas de laboratorio</p>
					Modulo de Fineza			
					Análisis de absorción de agua			
					Peso específico			
				Propiedades de la fibra de acero galvanizado reciclado	Porcentaje de Absorción de agua			
					Porcentaje de adición 0.5%, 1% y 1.5%			
					Dosificación			
				Diseño de mezcla	Volumen de agregados			
				Propiedades mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión			
					Resistencia a la flexión			
<p>Problema Especifico: PE.1 ¿Por qué es importante el diseño de mezcla de concreto adicionando fibra de acero galvanizado reciclado en un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021? PE.2 ¿De qué manera el acero galvanizado reciclado influye en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021?</p>	<p>Objetivo Especifico: OE.1 Establecer el diseño de mezcla de concreto adicionando fibra de acero galvanizado reciclado en un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021. OE.2 Determinar de qué manera la fibra de acero galvanizado reciclado influye en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021.</p>	<p>Hipótesis Especifico: HE.1 El diseño de mezcla de concreto adicionando fibra de acero galvanizado reciclado sera optimo para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021. HE.2 El acero galvanizado reciclado influira en la resistencia a la compresión y flexión del concreto para un edificio multifamiliar de cuatro pisos, Pachacamac 2021.</p>	<p>Variable dependiente: Diseño estructural de un edificio multifamiliar de cuatro pisos</p>	Estudio de Mecanica de Suelos	Clasificación SUCS	<p>Calculos estructurales preliminares</p>	<p>Analisis y Diseño estructural</p>	
					Densidad Maxima y Minima			
					Ensayo de Corte Directo			
					Ensayo de quimicos (Sales, Cloruros y Sulfatos)			
				Calculos estructurales preliminares	Predimensionamiento			
					Metrado de Cargas			
				Analisis y Diseño estructural	Propiedades de los materiales			
					Modelamiento estructural ETABS 2018			
					Analisis Estático			
					Analisis Dinámico			

Anexo 3: Realización de calicatas



Anexo 4: Estratos obtenidos

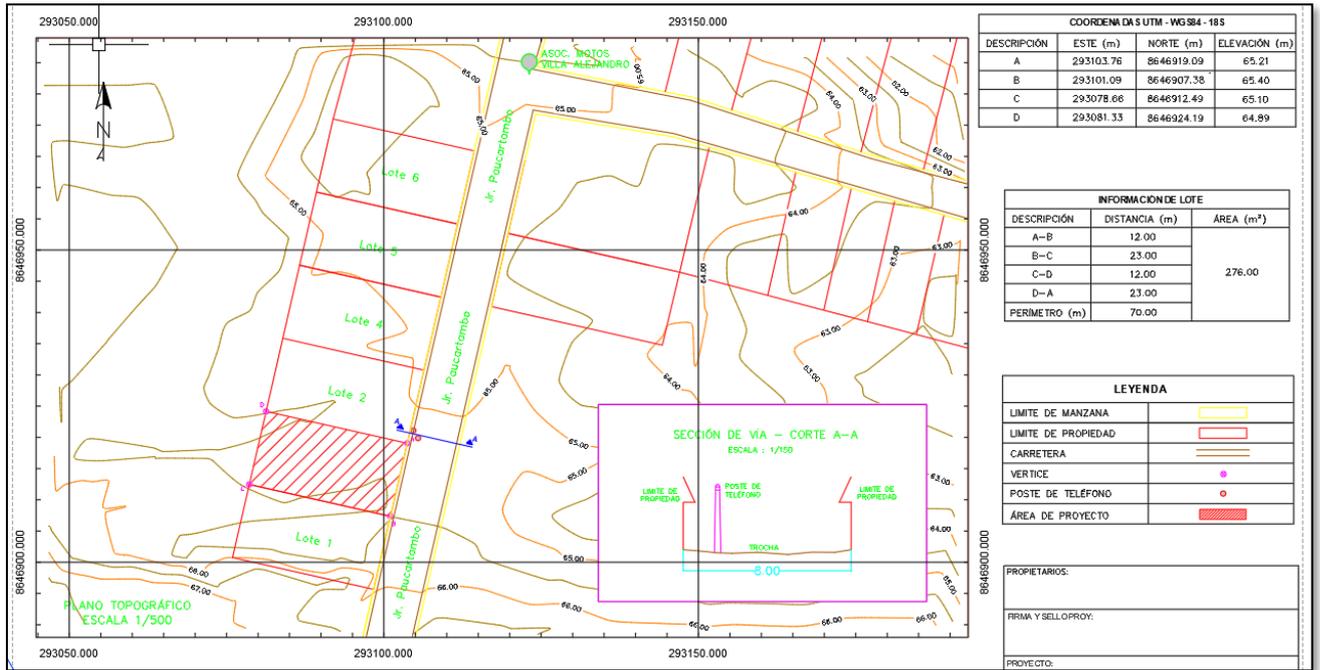


Anexo 5: Toma de medidas del área del proyecto

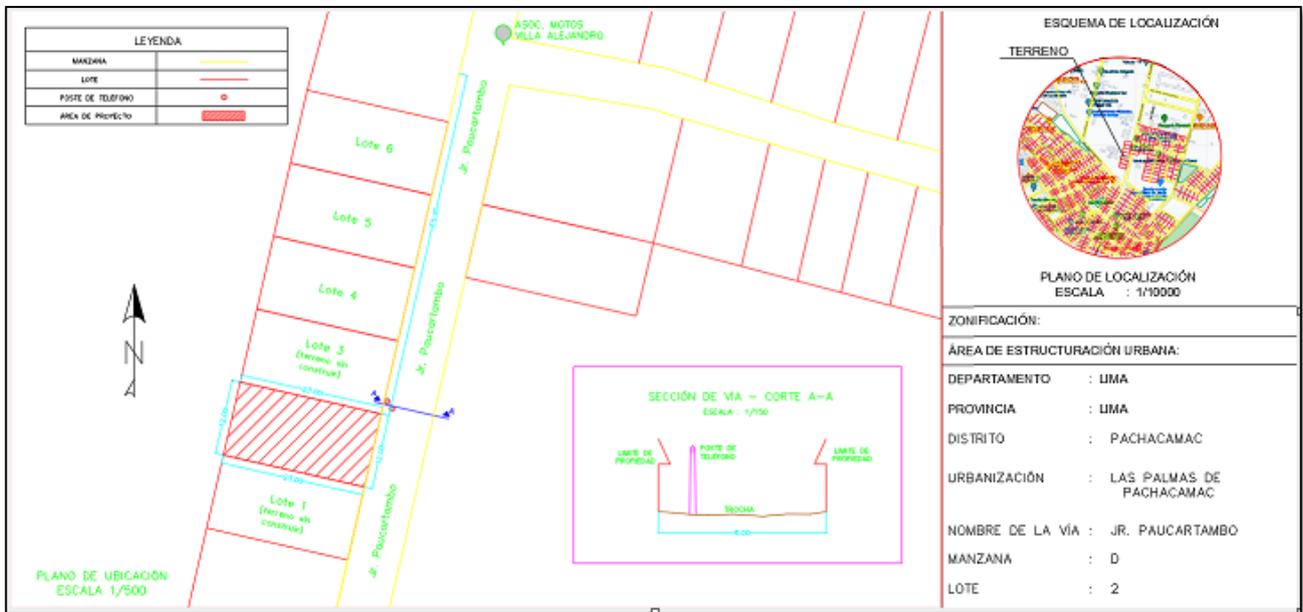




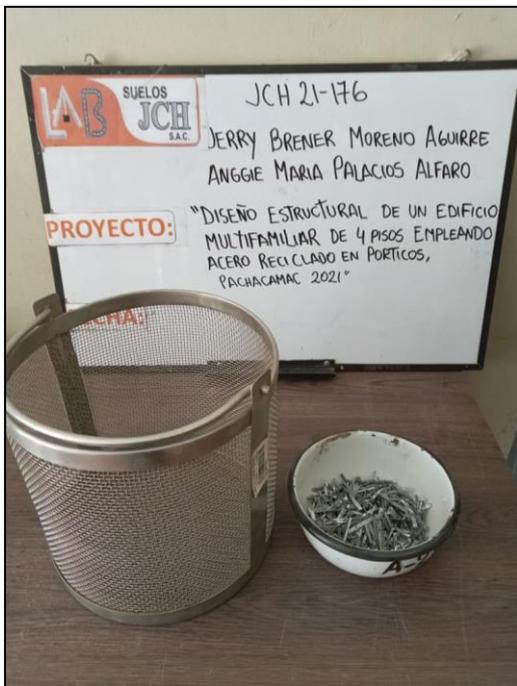
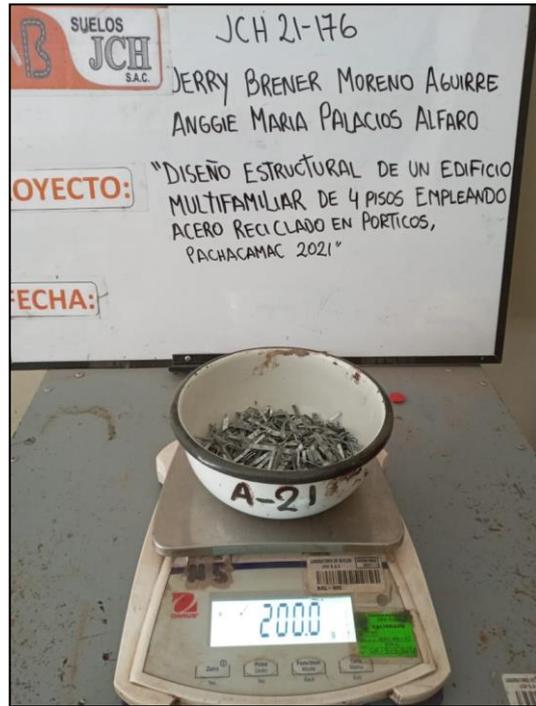
Anexo 6: Vista plano topográfico.



Anexo 7: Vista plano ubicación y localización



Anexo 8: Ensayo del peso específico del aditivo



Anexo 9: Diseño de mezcla - Peso del aditivo según su porcentaje



Anexo 10: Diseño de mezcla - Adición del aditivo segun su porcentaje



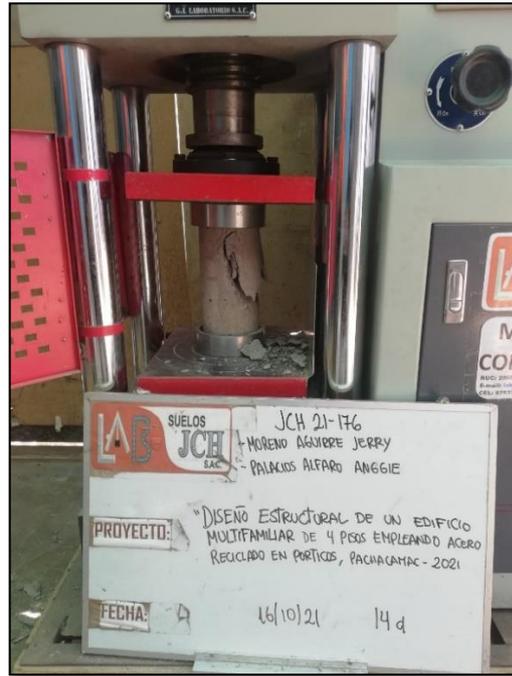
Anexo 11: Diseño de mezcla - Slump



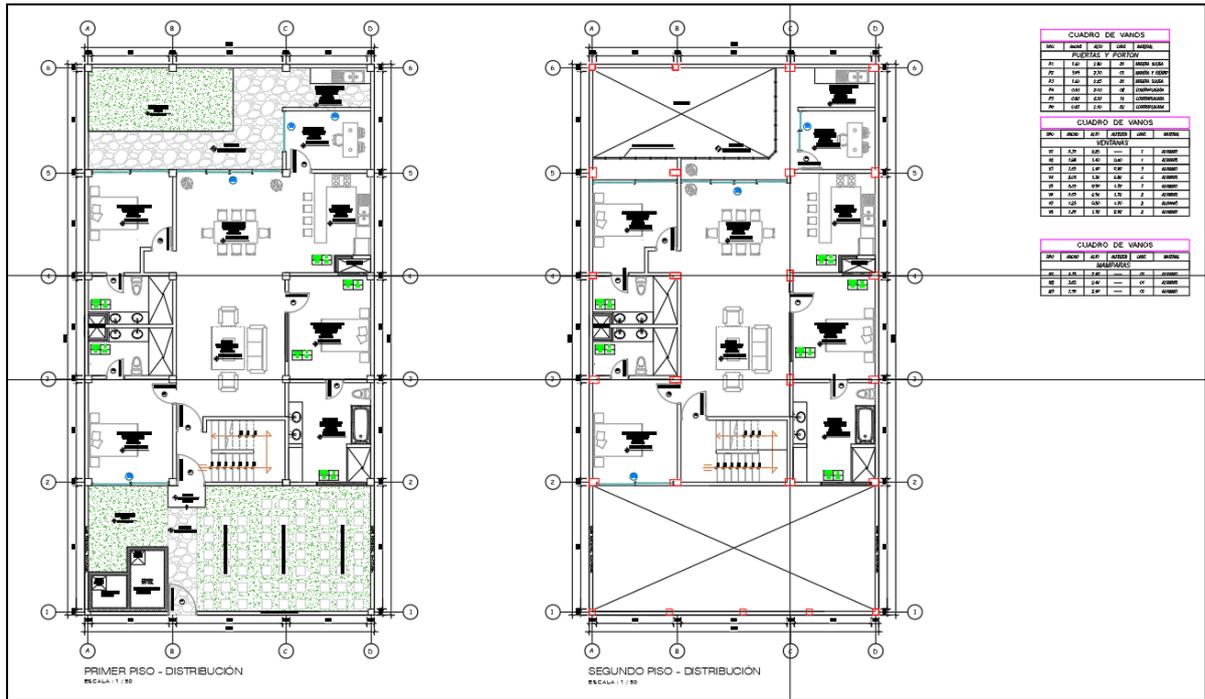
Anexo 12: Diseño de mezcla - probetas



Anexo 13: Ruptura de probetas cilindricas.



Anexo 15: Plano Arquitectónico



Anexo 16: Resultado de turnitin.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PACCHA RUFAS TO CESAR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Cuatro Pisos Empleando Acero Reciclado en Pórticos, Pachacamac 2021", cuyos autores son PALACIOS ALFARO ANGGIE MARIA, MORENO AGUIRRE JERRY BRENER, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 04 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PACCHA RUFAS TO CESAR AUGUSTO DNI: 42569813 ORCID 0000-0003-2085-3046	Firmado digitalmente por: CPACCHAR el 08-12- 2021 11:02:07

Código documento Trilce: TRI - 0206335