



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTA DE INGENIERÍA Y ARQUITETURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo entre reforzamiento por concreto armado y fibra de carbono para columnas de vivienda, San Juan de Lurigancho 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Arias Carrasco, Shirley Marilyn (orcid.org/0009-0006-9323-4878)

Quispe Vargas, Jeyson Jean Pool (orcid.org/0000-0002-1190-2304)

ASESOR:

Mag. Alfaro Castellanos, Eduardo Luis (orcid.org/0000-0003-0186-863X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado en primer lugar, a nuestros padres por los grandes consejos, ya que, ellos siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos el apoyo incondicional para poder ser grandes personas y profesionales, así como también como a mis seres queridos que ya no están con nosotros y que desde el cielo nos brindan su bendición, para poder cumplir todas nuestras metas y objetivos que nos proponamos durante la trayectoria de nuestra carrera.

AGRADECIMIENTO

A la bendición de dios por poder guiarnos y poder permitir y tener una buena experiencia dentro de la universidad, así también por darnos la sabiduría y discernimiento a diario para llegar a nuestro objetivo trazado.

En segundo lugar, dar un grato saludo para todos los docentes de mi centro de estudios en especial al Ing. Eduardo Luis Alfaro Castellanos, ya que si no fuese por su sabiduría y experiencia nada de esto fuese posible.

Y finalmente a nuestros padres, por no dejarnos rendirnos durante el proceso de nuestra carrera profesional de la carrera ingeniería civil.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALFARO CASTELLANOS EDUARDO LUIS, 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 Completa titulada: "Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023.", cuyos autores son ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN, QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa 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, 14 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALFARO CASTELLANOS EDUARDO LUIS DNI: 43285972 ORCID: 0000-0003-0186-863X	Firmado electrónicamente por: EALFAROCA el 14- 12-2023 17:32:19

Código documento Trilce: TRI - 0696902



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN, QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL : 76699720 ORCID: 0000-0002-1190-2304	Firmado electrónicamente por: JQUISPEV12 el 22-12- 2023 10:40:20
ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN : 70944688 ORCID: 0009-0006-9323-4878	Firmado electrónicamente por: SHACARRASCO el 22- 12-2023 10:40:36

Código documento Trilce: INV - 1468819

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	24
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	25
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos Éticos	31
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	60
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Granulometría de suelo</i>	35
Tabla 2. <i>Resultados de contenido de humedad</i>	36
Tabla 3. <i>Resultados del peso unitario mínimo y máximo</i>	36
Tabla 4. <i>Resultados del ensayo del corte directo</i>	37
Tabla 5. <i>Resultados de análisis químicos</i>	37
Tabla 6. <i>Clasificación de los perfiles de suelos</i>	39
Tabla 7. <i>Periodo "TP" y "TL"</i>	39
Tabla 8. <i>Factor de suelo "S"</i>	39
Tabla 9. <i>Resultados del ensayo de diamantina</i>	40
Tabla 10. <i>Comparación de los reforzamientos del concreto armado y fibra de carbono (columnas)</i>	42
Tabla 11. <i>Resultados de masa en X-X y Y-Y con concreto armado</i>	45
Tabla 12. <i>Resultados de masa en X-X y Y-Y con Fibra de carbono</i>	46
Tabla 13. <i>Fuerzas globales con concreto armado</i>	47
Tabla 14. <i>Fuerzas globales con Fibra de carbono</i>	47
Tabla 15. <i>Distorsión de pisos con reforzamiento con concreto armado</i>	49
Tabla 16. <i>Distorsión de pisos con reforzamiento con fibra de carbono</i>	50
Tabla 17. <i>Resultados de los ensayos a la compresión en laboratorio con RECA</i>	53
Tabla 18. <i>Resultados de los ensayos a la compresión en laboratorio con REFICA</i>	54
Tabla 19. <i>Tiempo de ejecución de cada reforzamiento</i>	56
Tabla 20. <i>Comparación presupuestal de ambos reforzamientos</i>	57
Tabla 21. <i>Resumen de características del reforzamiento de concreto armado</i>	58
Tabla 22. <i>Resumen de características del reforzamiento con fibra de carbono</i>	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diseño de estudio</i>	22
Figura 2. <i>Extracción del material de las calicatas para laboratorio</i>	28
Figura 3. <i>Ensayo de corazones diamantinos de concreto y detector de metales</i>	28
Figura 4. <i>Producto HM fibra de carbono unidireccional</i>	30
Figura 5. <i>Ubicación de la vivienda Unifamiliar</i>	33
Figura 6. <i>Vivienda de 3 pisos</i>	34
Figura 7. <i>Mapa de zonificación sísmica</i>	38
Figura 8. <i>Resultados de los ensayos de la diamantina</i>	41
Figura 9. <i>Vista planta elemento a reforzar</i>	43
Figura 10. <i>Vista tridimensional de la estructura</i>	44
Figura 11. <i>Espectro en la dirección X-X</i>	48
Figura 12. <i>Espectro en la dirección Y-Y</i>	48
Figura 13. <i>Desplazamiento con reforzamiento de concreto armado en X-X</i>	49
Figura 14. <i>Desplazamiento con reforzamiento de concreto armado en Y-Y</i>	50
Figura 15. <i>Desplazamiento con reforzamiento de fibra de carbono en X-X</i>	51
Figura 16. <i>Desplazamiento con reforzamiento de Fibra de carbono en Y-Y</i>	51
Figura 17. <i>Resistencia a compresión sin reforzamiento y los dos reforzamientos</i>	54
Figura 18. <i>Tiempo de ejecución de los dos reforzamientos</i>	55
Figura 19. <i>Costos de los dos tipos de reforzamientos</i>	57

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo: Determinar qué diferencias existen entre el reforzamiento por concreto armado y reforzamiento con fibra de carbono para columnas de una vivienda, San Juan de Lurigancho, 2023. Para ello, fue necesario recurrir a una metodología de tipo aplicada, nivel descriptivo – comparativo, enfoque cuantitativo y de diseño experimental, teniendo con una muestra un terreno de 90 m², ubicado en la Urbanización Mariscal Cáceres, Mz. C7 Lt 42, distrito de San Juan de Lurigancho. Como técnicas se empleó la observación directa, empleando fichas de registro de observación, formatos para el ensayo de laboratorio y el uso del software ETABS y AutoCAD como instrumentos.

A modo de conclusión se obtuvo que, si existen diferencias entre el reforzamiento de concreto armado con el reforzamiento con fibra de carbono, ya que, al reforzar una columna con fibra de carbono, resulta mas factible en cuanto el tiempo de ejecución, y en cuanto a su resistencia, aporta una mayor capacidad de carga, así como mayor ductilidad, sin embargo resulto una mayor inversión al reforzar con fibra de carbono, por otro lado, también tenemos que el reforzamiento de concreto armado, supera el tiempo de ejecución del reforzamiento con fibra de carbono, y en cuanto su resistencia del concreto armado, también aporta mayor resistencia pero no supera al reforzamiento de la fibra de carbono, sin embargo tanto en costos la diferencia entre los dos reforzamientos la más económica viene siendo el reforzamiento del concreto armado, ya que, el reforzamiento de fibra de carbono supera dos veces mas su costo al reforzamiento de concreto armado.

Palabras clave: reforzamiento, concreto armado, fibra de carbono, columnas, resistencia.

ABSTRACT

The objective of this research was: To determine the differences between reinforced concrete reinforcement and carbon fiber reinforcement for columns of a house, San Juan de Lurigancho, 2023. To do this, it was necessary to resort to an applied methodology, descriptive-comparative level, quantitative approach and experimental design, having with a sample a land of 90 m², located in the Mariscal Cáceres Urbanization, Mz. C7 Lt 42, district of San Juan de Lurigancho. Direct observation was used as techniques, using observation record sheets, formats for laboratory testing and the use of ETABS and AutoCAD software as instruments.

By way of conclusion, it was obtained that, if there are differences between reinforced concrete reinforcement and carbon fiber reinforcement, since, by reinforcing a column with carbon fiber, it is more feasible in terms of execution time, and in terms of its resistance, it provides a greater load capacity, as well as greater ductility, On the other hand, we also have that the reinforced concrete exceeds the execution time of the reinforcement with carbon fiber, and as for its resistance of the reinforced concrete, it also provides greater resistance but does not exceed the reinforcement of carbon fiber, However, both in terms of costs, the difference between the two reinforcements, the most economical being the reinforcement of reinforced concrete, since the reinforcement of carbon fiber exceeds twice its cost to the reinforcement of reinforced concrete.

Keywords: reinforcement, reinforced concrete, carbon fiber, columns, strength.

I. INTRODUCCIÓN

Analizando desde un enfoque internacional se ha podido apreciar que existen un crecimiento poblacional muy resaltante en todo el mundo, de los cuales, muchos de los pobladores, no cuentan con los recursos necesarios para la adquisición de un terreno, una vivienda e incluso, para su construcción o reforzamiento, razón por la cual, muchos viven de forma precaria y bajo pésimas condiciones. Al respecto, el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (2023) explicó que, en la actualidad, el precio para la adquisición de una vivienda y el costo de materiales para la construcción tales como el cemento y el acero son excesivos, afectando este déficit habitacional a más de 23 millones de pobladores en América Latina y el Caribe.

Ecuador, por ejemplo, es un país altamente sísmico debido a que está situada en el Cinturón de Fuego del Pacífico (García, et al., 2021), razón por la cual, sus viviendas requieren ser construidas cumpliendo con todos los reglamentos y normativas técnicas para la construcción, sin embargo, muchas de estas se encuentran vulnerables, presentando deficiencias en cuanto al armado de sus vigas y columnas, carecen de un buen confinamiento, y una resistencia insuficiente, requiriendo de un reforzamiento estructural (Castillo, et al., 2022).

En el caso de México, sucede algo similar, las viviendas se encuentran en malas condiciones al igual que las viviendas de los países con bajos niveles de desarrollo, siendo necesario ser evaluadas en cuanto a su vulnerabilidad sísmica, para en base a ello, poder trabajar sobre su reforzamiento (Olivera y Serrano, 2022).

Colombia también mostró los mismos problemas, puesto que, tal como lo precisó la Secretaría del Hábitat (2022), muchas de las viviendas en Bogotá han sido elaboradas de forma empírica, sin analizar el tipo de suelo para la construcción, siendo diseñado sin supervisión de un profesional, situación que también ha sido vista en diversas partes del país, sin embargo, la secretaría, impuso sanciones al respecto, puesto que, muchas de estas construcciones

incumplen con el reglamento, razón por la cual se encuentra expuestas a sufrir cualquier tipo de daño, requiriendo ser evaluadas constantemente.

Tomando en consideración lo mencionado líneas arriba, se concluye que, la principal causa de daño en este tipo de construcciones no es el clima, son los suelos, ya que muchos de estos, no poseen las propiedades necesarias para su construcción, requiriendo de la adición de otros componentes o materiales para lograr incrementar su resistencia.

La costa es una de las regiones con mayor acumulación de carga sísmica en el Perú, siendo algunas zonas las que presentan mayor tipo de riesgo debido al tipo de suelo que poseen, es por ello que ha sido el epicentro de muchos de los sismos durante los últimos años (Tavera, 2021). Al respecto, el Ministerio del Ambiente (2021) precisó que, la costa presenta mayor riesgo de ocurrencia sísmica debido a su ubicación, hallándose por debajo las placas tectónicas que concentran un poco más del 90% de actividad sísmica a comparación de los demás países del mundo (Tavera, 2022).

Otra de las situaciones más preocupantes en el ámbito nacional, es la ciudad de Lima, que actualmente se encuentra en silencio, producto a que no ha podido liberar su energía acumulada, no ocurriendo terremotos desde hace más 49 años, siendo el último el de 1974 (Diario Gestión, 2019), razón por la cual, el Instituto Geofísico del Perú (2021) precisó que la única forma de liberar esta acumulación de energía es a través de un sismo con gran magnitud, el cual, según predicciones, se estima que podría superar los 8 grados dejando una gran calamidad en cuanto a heridos, muertes y destrucción de viviendas (El Peruano, 2021), frente a ello, el Ministerio de Salud (2023) diseñó un plan de contingencia para hacer frente a un sismo de gran magnitud así como para tsunamis.

Al respecto, el Ministerio de Vivienda (2016) en su manual que establece las pautas para reducir el riesgo sísmico en viviendas del Perú, precisó que la vulnerabilidad depende de dos factores: el tipo de suelo sobre el cual se construirá el inmueble y la infraestructura de la vivienda, sin embargo, explicó que

en Lima, existen ciertas zonas que se encuentran en riesgo, tales como, los distritos en donde el tipo de suelo es arenoso (no recomendándose construir a lo ligero ya que podrían colapsar), y aquellos distritos que poseen un suelo a base de arena eólica y agua, o aquellas que son a base de relleno (mostrando una alta peligrosidad), siendo muchos de ellos malos para la construcción, principalmente aquellos que son construidos en zonas donde se producen desprendimiento de rocas y deslizamiento.

Por otro lado, otro de los riesgos que sufren las viviendas en el Perú se debe a que el 70% de estas son edificadas mediante la autoconstrucción, sin supervisión de un profesional, y sin cumplir con las normativas técnicas (Diario Gestión, 2021), además de verse afectada por la diversidad de cambios de clima, principalmente por las intensas lluvias y la humedad que han provocado daños no solo en las estructuras, sino también en las superficies, desgastando las capas de mezclas que se suelen emplear para los acabados.

A nivel local se ha podido apreciar que el distrito de San Juan de Lurigancho no se encuentra ajeno a este tipo de riesgos, puesto que, tal como lo precisó el Ministerio de Vivienda (2016) San Juan de Lurigancho es un distrito que se caracteriza por poseer un tipo de suelo arenoso, razón por la cual, su riesgo ante eventos de sismicidad es muy alto (Municipalidad de Lima, 2021), no obstante, este no es el único problema al que se ven expuestas las viviendas en el distrito, ya que alrededor del 70% están construidas informalmente, siendo edificadas por un maestro de obras, mas no por un profesional en la materia, razón por la cual, no han sido diseñadas en base a un modelo sismorresistentes, ni mucho menos, han respetado la norma técnica E.030 del RNE, y las que se encuentran vigentes.

Además, la antigüedad de estas viviendas, aunadas a los cambios climáticos a los que se ven expuestas, han provocado una amenaza latente en su construcción, pues muchas de estas han sufrido deterioros en sus techos, paredes, vigas y columnas, apreciándose agrietamientos, fallas estructurales y filtraciones, no recibiendo ningún tipo de reforzamiento o mantenimiento al

respecto, razón por la cual, se encuentran vulnerables. Muchas de las personas que habitan en estas viviendas, obvian el proceso de reforzamiento y mantenimiento de las mismas, debido al costo que demanda su proceso, y el tiempo que toma hacerlo, sin embargo, no toman en cuenta que su deterioro es una de las principales causas de inclinación, hundimiento, e inclusive pudiendo llegar al colapso.

Es por esta razón que en el presente trabajo se analizará una vivienda ubicada en la Mz. C-7 Lote 42, perteneciente a la Urbanización Mariscal Cáceres, distrito de SJL, siendo un terreno de 90 m², a fin de poder determinar qué tipo de reforzamiento es el óptimo en función a las condiciones del suelo e infraestructura.

Por tanto, habiendo analizado la situación en base a los tres enfoques, y tomando como referencia las evidencias descritas en los párrafos anteriores, se planteó como interrogante principal: ¿Cuál de los **diseños es el más óptimo** al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?, del cual, se planteó las siguientes interrogantes específicas: (a) ¿Cómo varía el **comportamiento** del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?, (b) ¿En que se diferencian los resultados de la **resistencia a la comprensión** en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?, (c) ¿Qué diferencia en **tiempo de ejecución** existe entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?, (d) ¿Cuál es la diferencia en **costos** entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?

La importancia de la investigación se basa en el alto nivel de sismicidad que presenta nuestro país, y el riesgo que corren las viviendas frente a un sismo de gran magnitud, ya que, muchas de estas han sido construidas sin contar con la

supervisión y asesoramiento de un ingeniero civil, ni mucho menos, cumpliendo con lo establecido con la normativa instaurada en el reglamento nacional de edificaciones, razón por la cual, el riesgo se torna inminente. Si bien es cierto, estas viviendas, en muchos de los casos han sido edificadas de forma empírica, sin embargo, necesitan ser evaluadas y de ser el caso, reforzadas, buscando así darle mayor soporte y estabilidad

En consecuencia, la investigación justifica su importancia en función a 5 aspectos:

De modo teórico, centra su importancia en el soporte que le brinda las especificaciones técnicas que demanda el RNE, así como también las NTP, para la construcción de viviendas, buscando efectuar una reflexión sobre la vulnerabilidad que presentan, y crear una reflexión al respecto, buscando se tomen las medidas necesarias para su reforzamiento.

Metodológicamente la pesquisa se justifica en la validez y confianza que brindará el presente trabajo, el cual, se encuentra fundamentado en las normativas vigentes, pudiendo ser empleado por futuros investigadores como antecedente en la materia.

De modo práctico la investigación se justifica en la necesidad que presentan las viviendas de la zona, para incrementar la resistencia de sus columnas, buscando determinar mediante un estudio comparativo, cuál de los diseños es el más óptimo al contrastar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono, en función a las limitaciones encontradas. Así mismo, este análisis tendrá un gran beneficio para el propietario ya que podrá conocer la evaluación de sus estructuras y en base a ello, poder determinar si necesitan reforzamiento o no, y ponerlo en marcha.

Desde un enfoque social, la pesquisa busca concientizar a los pobladores del distrito, sobre la importancia de supervisar la construcción de sus viviendas, buscando conocer la condición de estas, y en base a ello, trabajar para su conservación y reforzamiento, tomando como referencia, los criterios técnicos económicos, los cuales deben estar alineados en función a las necesidades de la

propia sociedad. Por tal motivo, se asume que, el ingeniero civil presenta un gran reto en la sociedad, siendo el responsable de proyectar obras civiles de calidad, trabajando acorde a las normativas vigentes, y buscando contrarrestar los riesgos latentes que se pueda dar (Akyazi, et al., 2020).

Y desde una perspectiva económica, mediante el presente estudio se busca dar a conocer al propietario de la vivienda y a quienes revisen esta información, sobre cuál de las dos opciones de reforzamiento es la alternativa más favorable económicamente.

En consecuencia, se plantó como propósito principal lo siguiente: Determinar **cuál de los diseños es el más óptimo** al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023. Así mismo, se logró establecer los siguientes objetivos específicos: (a) Determinar cómo varía el **comportamiento** del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (b) Determinar en que se diferencian los resultados de la **resistencia a la comprensión** en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (c) Determinar qué diferencia **tiempo de ejecución** existe entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (d) Determinar cuál es la diferencia en **costos** entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Estableciendo como hipótesis: Existen diferencias significativas **en optimalidad** al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023. Así mismo, se logró establecer las siguientes hipótesis específicas: (a) Existen variaciones significativas en el **comportamiento** del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (b) Existen diferencias significativas en los resultados de la **resistencia a la comprensión** en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (c) Existen diferencias significativas en **tiempo de ejecución** entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, (d) Existen diferencias significativas en **costos** entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder desarrollar este apartado, primeramente, se procedió a buscar investigaciones previas desarrolladas en función al tema, de los cuales, se pudo rescatar algunas de procedencia internacionales, y otras desarrolladas en el ámbito nacionales, siendo estas las siguientes:

De procedencia internacional se encontró a: Pérez y Auquilla (2022) quienes se trazaron por objetivo comparar el reforzamiento con acero estructural y el reforzamiento con fibra de carbono en una edificación de Cuenca, Ecuador, los cuales trajeron como resultados que, en cuanto a costos, el reforzamiento con acero es más módico, sin embargo, se comprobó que la fibra de carbono muestra más resistencia que el acero, además de ser liviano, flexible, y de instalación rápida, por tanto, concluyeron que ambos tipos de reforzamiento presentan sus características propias, presentando distintos beneficios y desventajas, sin embargo, la propuesta fue que se trabaje con ambos tipos de reforzamiento a fin de disminuir la vulnerabilidad del inmueble, no obstante, luego del análisis económico y técnico de la estructura, se logró precisar que, la opción más adecuada es el empleo el acero como refuerzo.

García, et al., (2021), se plantearon por **objetivo** analizar estructuralmente la construcción del edificio de la facultad de Ciencias Humanísticas de la Universidad Técnica de Manabí en Ecuador, para en base a ello, plantear una propuesta de reforzamiento, mostrando como **resultados** que, luego de haber pasado por un terremoto, la Universidad ha experimentado cambios en su capacidad de resistencia, requiriendo ser reforzada ya que no aguantaría un sismo de igual magnitud, por tanto, se **concluyó** que, reforzar las estructuras con concreto armado es la mejor opción, debido a que implica menos costos y su ejecución se efectúa con mayor rapidez, permitiéndole a la estructura poseer mayor resistencia.

Torres (2019), se trazaron por **objetivo** analizar de forma teórica y experimental la eficiencia y factibilidad del reforzamiento a través del método de tensores externos y el reforzamiento con malla de fibra de carbono en vigas dañadas producto de la

corrosión del acero, logrando obtener como **resultados** el reforzamiento con tensores externos incremento la capacidad de carga de sus elementos deteriorados en un 26.95%, siendo su costo de ejecución mayor, mientras que la malla de fibra de carbono incrementó en un 61.91%, y en cuanto a costos esta fue más económica, llegaron a **concluir** a pesar de que ambos tipos de reforzamiento lograron cumplir con su función de restituir la capacidad de carga que se tenía en un inicio, la fibra de carbono logró aportar en mayor medida, aportando a las vigas en la capacidad de carga, así como en la ductilidad permitiéndole tener mayor capacidad de deformación, sin embargo, la malla de fibra de carbono resulto requiriendo menor inversión.

Molina, et al., (2022), se **propusieron** analizar la resistencia del concreto en columnas al ser reforzada con fibra de carbono, para lo cual, lograron obtener como **resultado** que, al emplear la fibra de carbono en el proceso de reforzamiento de la estructura, se logra optimizar la capacidad de carga, pero al mismo tiempo, se logra alargar su vida útil, por tanto, se logró concluir que, la fibra de carbono si trae grandes beneficios en las propiedades mecánicas del concreto, logrando incrementar su resistencia al ser aplicada.

Ospina y López (2019), plantearon por objetivo analizar desde una revisión de la literatura la efectividad de los reforzamientos de columnas de concreto reforzado empleando tres técnicas para su revestimiento, logrando obtener por **resultado** que, al reforzar con concreto armado, la capacidad y la rigidez se incrementan, sin embargo, los tiempos de ejecución son muy largos, y los costos altos, no obstante, la estética termina siendo muy buena, y el efecto de durabilidad crece. En cuanto al reforzamiento con acero se logró comprobar que, la capacidad se incrementa significativamente, la rigidez crece, siendo los tiempos de ejecución cortos, y los costos altos, no obstante, la estética termina siendo moderada, y el efecto de durabilidad crece significativamente. Y en cuanto al reforzamiento con polímeros reforzados de fibra de carbono se comprobó que, la capacidad se incrementa, pero la rigidez no, siendo los tiempos de ejecución cortos, y los costos moderados, no obstante, la estética termina siendo baja, y el efecto de durabilidad se vuelve

moderado, por tanto, se **concluyó** que, reforzar con fibra de carbono resulta traer grandes beneficios, razón por la cual se considera como el más efectivo.

En cuanto a los estudios efectuados en el **ámbito nacional**, se logró rescatar a: **Estrada y Yoplac (2019)**, quienes plantearon como **objetivo** evaluar el aspecto técnico y económico del reforzamiento con concreto armado en comparación al método empleado fibras de carbono en el Edificio Multifamiliar Huaraz ubicado en Breña, 2019; logrando obtener como **resultado** que al reforzar las vigas con fibras de carbono, la capacidad a la flexión y a la cortante se incrementa, razón por la cual se asume que, si cumple con lo estipulado en las normativas y especificaciones técnicas, no alterando el dimensionamiento, ni la distribución, por otro lado, se comprobó que reforzar a base de fibras de carbono resulta casi un 10% más económico que el reforzamiento tradición con concreto armado; por tanto, **concluyeron** que, reforzar con fibras de carbono constituye la mejor alternativa para reforzar las estructuras de las vigas del edificio multifamiliar, siendo considerada como la mejor propuesta en cuanto a lo técnico y económico, dándole a la estructura del edificio mayor durabilidad y resistencia.

Guillermo y Silva (2019), plantearon por **objetivo** establecer cuál de los dos tipos de reforzamiento es el más óptimo al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en vigas y columnas de una edificación de hotel, 2019.; del cual, logró obtener como **resultado** que, reforzar las vigas y columnas con concreto armado demandó de 65 días para su ejecución, mientras que al reforzar con fibra de carbono, el tiempo de ejecución fue solo de 20 días; en cuanto a costos, el reforzamiento con concreto armado resultó siendo más económico, implicando un presupuesto de S/ 401,778, mientras que reforzar con fibra de carbono requirió de S/ 561,012; pudieron **concluir** que, ambos tipos de reforzamiento logran cumplir con los requerimiento estructurales en relación a las nuevas sobrecargas que presenta el inmueble, sin embargo, el reforzamiento con fibra de carbono resulto requiriendo menor tiempo para su ejecución, pero si hablamos en términos económicos, el reforzamiento con concreto armado sale más módico, sin embargo, con la fibra de carbono este gasto podría verse compensado en la rapidez con que volvería a funcionar el edificio, por tanto, emplear la fibra de

carbono se considera como la opción más óptima para reforzar las vigas y columnas del inmueble.

Gaspar y Guerrero (2020), se trazó como **objetivo** determinar cuál es la diferencia entre las técnicas de reforzamiento con concreto armado en comparación al reforzamiento con fibras de carbono en la estructura de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2020. Los **resultados** demostraron que ambas técnicas son viables para el reforzamiento de la estructura, sin embargo, al reforzar con fibras de carbono, se observó que esta mostró menor peso sísmico, así como también se observó que los desplazamientos a través de esta técnica fueron superiores en un 20% en comparación con el concreto armado; en cuanto a costos, reforzar con concreto armado resultó siendo más módico, sin embargo, en cuanto a tiempo, el reforzamiento con fibra de carbono resultó siendo más práctico, por tanto se logró **concluir** que, si existen diferencias entre ambos tipos de reforzamiento, siendo el más óptimo emplear la fibra de carbono.

Quispe (2021), se planteó por **objetivo** establecer cuál de los dos tipos de reforzamiento es el más óptimo al comparar la fibra de carbono y el concreto armado en una vivienda multifamiliar de Santa Anita, logrando obtener como **resultado** que, la vivienda si necesitaba un reforzamiento estructural, demostrando que ambos tipos de reforzamiento muestran un comportamiento adecuado frente a una situación sísmica, si embargo, cada uno funciona distinto dependiendo del tipo de falla en la estructura, llegando a **concluir** que, el reforzamiento con concreto armado es el más recomendado por su rigidez, debido a que la fibra de carbono, al ser flexible, no logra brindar la rigidez necesaria a los elementos estructurales, por tanto, consideró que el reforzamiento más óptimo es concreto armado.

Tudela (2019), se trazó por **objetivo** analizar de forma comparativa el reforzamiento estructural con concreto armado y el reforzamiento estructural con fibra de carbono para columnas de una universidad en Puno, logrando obtener como **resultado** que, el reforzamiento con concreto armado aportó más resistencia que el tipo de reforzamiento empleando fibras de carbono, sin embargo, el reforzamiento con concreto incremento el peso de la estructura en un 11.25%,

mientras que la fibra de carbono solo incrementa un 0.46%, y en cuanto a costos, la fibra de carbono resultó siendo más costosa, sin embargo permite ganar espacio y se ejecuta en un tiempo menor a comparación del concreto armado, por tanto, se llegó a **concluir** que, la mejor alternativa para reforzar las columnas es a través de la fibra de carbono, puesto que brinda mayores ventajas en cuanto a tiempo de ejecución y proceso constructivo

Continuando con el estudio, se procede a desarrollar el marco teórico de las variables, tomando como apertura el sustento teórico del término **reforzamiento**, razón por la cual, surge la siguiente interrogante: ¿Por qué reforzar una vivienda?

Por lo general, edificar una vivienda demanda de altos costos, sin embargo, con el transcurrir de los años, estas empiezan a perder su resistencia, ya sea por envejecimiento de la estructura, por deterioros y daños en el hormigón, cambios que se le da a la vivienda en cuanto al uso, exceso de cargas, errores o fallas en el diseño o en la construcción durante su montaje, o por la corrosión del refuerzo (Raza, et al., 2019). Por tanto, sea cual sea la causa, efectuar un reforzamiento en la estructura que se encuentra vulnerable, siempre será considerada como la mejor alternativa que evitará el colapso, por tanto, disminuirán los costos y las familias tendrán la posibilidad de seguir habitando en su inmueble (PREDES, 2022).

En conclusión, reforzar una vivienda, va a implicar la ejecución de diversos procedimientos, que van a permitir modificar, mejorar, o remodelar la estructura de una construcción ya existente. En este sentido, se deben reforzar las viviendas con el fin de incrementar los niveles de resistencia frente a alguna situación de sismo o desastre, buscando con ello alargar el tiempo de vida del inmueble, así como también se debe reforzar con el propósito de alcanzar mejoras en las condiciones de seguridad de los propios habitantes, permitiéndoles tener un mayor tiempo para poder evacuar de sus viviendas en caso de ocurrencia de algún desastre, logrando poner a salvo su vida y la de sus familiares.

Al respecto, el PREDES (2022) precisó también que muchas de las causas por las que las viviendas pierden su resistencia estructural es debido a la acción de la

naturaleza, tales como vientos fuertes y constantes, exceso de humedad y lluvias, y por los cambios bruscos de temperatura, provocando que las viviendas se tornen inestables.

Tal como lo precisó Aceros Arequipa (2022) para que las viviendas alcancen la resistencia esperada, y trabajen de forma antisísmica, se requiere que los muros portantes se desarrollen de forma confinada (rodeada) tanto por vigas, como por columnas de concreto armado, siendo necesario que las columnas se efectúen con el mismo espesor que los muros.

Las características más resaltantes de una vivienda que es sismorresistente son aquella que posee buenos planos, los cuales precisen el tipo y dimensionamiento que tendrá cada columna, cimentación, vigas, muros y techos, así como también precisará las especificaciones de los materiales con lo que se deben trabajar; si esta estructura se ejecuta cumpliendo con todo lo que se especifica en los planos, resistirá cualquier evento sísmico. Otra de las características que debe poseer es que se debe trabajar con los mejores especialistas, es decir, trabajadores, maestros e ingenieros que conozcan a plenitud los procedimientos de construcción, de tal modo que puedan ejecutar la labor de forma correcta, conforme a lo que se indican en los planos. Y finalmente, se debe de contar con buenos materiales, de tal modo que la estructura se logre firme, sin riesgo a deterioro con el tiempo, alcanzando la resistencia esperada como para soportar los eventos sísmicos (Aceros Arequipa, 2022).

Por tanto, si una vivienda no cumple con lo que se detalla en el párrafo anterior, implica que requiere ser reforzada. Un reforzamiento estructural comprende aquella ejecución que se realiza con el propósito de restituir o incrementar la capacidad de carga que posee un inmueble ya existente.

Tal como lo precisó Raza, et al., (2019), hoy en día existe una creciente atención en la sostenibilidad de las infraestructuras ya existentes, considerando la rehabilitación y el reforzamiento como una de las soluciones más sostenibles en comparación con la demolición y reconstruir total del inmueble, tanto analizando

desde un enfoque de la conservación de los recursos utilizados, como el ahorro de tiempo, costos y materiales.

Procediendo con el desarrollo teórico de la **variable reforzamiento con concreto armado**, se logró recatar la información planteada por los siguientes autores:

Según Aceros Arequipa (2022) se entiende por concreto armado a aquella unión entre las varillas de acero y el concreto, el cual se emplea para efectuar techos, vigas, columnas, etc., siendo su proporción mas adecuada para alcanzar la resistencia esperada, la construcción de una vivienda entre los 2 y 3 pisos, empleando en su mezcla 1 volumen de cemento por 2 de arena gruesa, y 2 de piedra chancada, tratando de emplear lo menos posible de agua.

Si bien es cierto, en estos tiempos surge la gran necesidad de rehabilitar las estructuras de las viviendas efectuadas con concreto armado, puesto que, la carencia de un mantenimiento durante la vida útil del inmueble provoca que esta se desgaste, aunando a ello los usos nuevos que se le da, y las sobrecargas a las que se ve expuesta, el reforzamiento termina siendo la mejor opción, principalmente en esto tiempo en donde la economía no se muestra favorable (Silva, et al., 2019).

En este sentido, resultado fundamental, analizar primeramente las características del concreto y en función a ello, iniciar dando desarrollo a la variable.

En la actualidad, el concreto es considerado como uno de los materiales con mayor uso en la industria de la construcción (Mejía, et al., 2021), debido a que su principal característica es la durabilidad y la resistencia (Talal & Arsalan, 2020), razón por la cual, es considerada como un material indispensable para la construcción de diversas estructuras, que, en la actualidad, han llevado hacia el desarrollo de la mayoría de países en el mundo (Buch & Sharma, 2019), siendo el material principal dentro de las estructuras de columnas, vigas y muros de concreto armado, (Bolina et al., 2020).

Este material al combinarse con agua logra activar su acción aglomerante, pasando a convertirse en una pasta que posee la capacidad de solidificarse al exponerse al aire libre (NTP-E.060).

Conforme a las demandas diarias sobre construcción, la mezcla de concreto se encuentra diseñada para brindar una resistencia bastante alta en cuanto a la compresión, no obstante, conforme esta se va incrementando, no se muestran mejoras en la resistencia a la tracción y flexión. Cuando esta se encuentra expuesta a temperaturas altas, el agua interna comienza a evaporarse, produciéndose la contracción, resultando una alta tensión a tracción en el interior de la matriz del hormigón, dando como resultado pérdidas en la adherencia, microgrietas, y desconchado progresivo (Alaskar, et al., 2020).

Cuando estas estructuras son expuestas a temperaturas elevadas, el refuerzo longitudinal suele perder su capacidad de soporte a las cargas, provocando que la disminución resultante en la sección de diseño ocasione disminuciones drásticas en la resistencia de la estructura (Choe et al., 2020), por tanto, el concreto armado suele experimentar diversos procesos, tanto químicos como físicos (Ryu et al., 2020), provocando la disminución de su resistencia, degradación de los agregados y pérdida de su humedad (Al-Rousan, 2020).

Por ende, el factor temperatura resulta siendo un aspecto fundamental para la resistencia, debido que, al momento del curado se ha de considerar el tiempo y la metodología a emplear para hacer que el concreto alcance una resistencia óptima. En este sentido, las estructuras de concreto armado han de ser diseñadas en función a que cumplan con los requisitos mínimos de durabilidad a lo largo de su vida útil y, así como también, deben de cumplir con las exigencias de resistencia en caso de ser expuestas al fuego, de tal modo que sea capaz de poder garantizar la seguridad necesaria a los usuarios (Bolina et al., 2020).

Sí bien es cierto, hoy en día existe gran variedad de criterios de durabilidad a los que deberíamos de ceñirnos para diseño estructural, rescatando entre ellos las normativas internacionales como: la ACI 318, BS 8500-1, AS-3600, EN 206-1, NBR

6118, y la IS 456 que se fundamentan en la asociación existente entre la agresión ambiental, el espesor del recubrimiento del hormigón y las especificaciones, las cuales, muestran un espesor mínimo de recubrimiento del hormigón para armaduras dependiendo del tipo de ambiente agresivo, una relación máxima entre agua y cemento, la resistencia mínima que debe poseer a la compresión, detallando el mínimo de consumo que se debe tener de cemento.

Por tanto, Raza, et al., (2019) describió el reforzamiento con concreto armado como un tipo de reforzamiento que se basa en brindar una mejoría y mayor capacidad estructural al inmueble en intervención, el cual, pasara por diversos cambios en las estructuraciones, sufriendo ampliaciones, incrementos en el peso y en la fuerza.

Razón por la cual, se considera que, en nuestro país, este tipo de reforzamiento debería efectuarse con más frecuencia, debido a que estamos ubicados en una zona sísmica, y muchas de las viviendas son autoconstruidas, razón por la cual, se unen a la lista de viviendas con alto riesgo, ya que los suelos en donde fueron levantadas se encuentran poco consolidadas, siendo por ende que incrementan su grado de vulnerabilidad ante un movimiento sísmico

Concerniente a lo que establece la Norma E.030 (2018) que contiene información resaltante sobre aspectos del Diseño Sismo resistente en viviendas, precisa que, existen ciertos principios básicos que han de tomarse en consideración para un diseño correcto de las edificaciones u obras de construcción civil; por tanto, precisa como se debe diseñar cumpliendo con las normativas de sismo-resistencia, buscando mitigar los riesgos de pérdidas humanas, y disminuir las fallas estructurales que puedan sufrir las edificación ante algún evento sísmico (Muñoz, 2020).

En base a ello es que la presente norma, se encuentra instituida como uso obligatorio dentro de todo el territorio a nivel nacional, hallándose basada en el diseño de edificaciones nuevas, así como en el reforzamiento y reparación de las ya existentes.

En consecuencia, teniendo como fuente de referencia las citas anteriores, se tomó como base principal la propuesta por Raza, et al., (2019) quien describió el reforzamiento con concreto armado como un tipo de reforzamiento que se basa en brindar una mejoría y mayor capacidad estructural al inmueble, logrando alterar el comportamiento de los materiales, modificando por ende la resistencia, y variando en comparación a otros tipos de reforzamiento en cuanto a costos y tiempo de ejecución.

Por tanto, se planteó como **dimensiones** de la **variable**: el comportamiento, la resistencia a la compresión, el tiempo de ejecución y los costos.

Continuando con el desarrollo teórico de la **variable Reforzamiento con fibra de carbono (DEFC)**, se logró rescatar la siguiente información:

Guo, et al., (2020) explicó que existe evidencia que demuestra que, el adicionar materiales fibrosos a la mezcla de concreto logra mejorar sus propiedades mecánicas, y, por ende, su resistencia, disminuyendo con ello la aparición de grietas producto de tensiones térmicas.

Efectuando una revisión en la literatura existente, se ha podido apreciar que existe gran variedad de información en cuanto a las propiedades mecánicas que posee el concreto reforzado por fibras, sin embargo, un estudio efectuado por Mastali et al., (2017), demostraron que el incremento de fracciones e, longitud y volumen de las fibras de carbono podrían optimizar de forma significativa las propiedades mecánicas, mejorando con ello, su capacidad de resistencia al impacto del hormigón reforzado con fibra. Así mismo, Xiong et al., (2019) precisó que el incremento en las dosis que se emplea al reforzar con fibras de carbono logra mejorar de manera notable la capacidad resistente de la estructura, brindándole mayor dureza y tenacidad a la fractura.

SikaWrap (2020) precisó que la fibra de carbono constituye ser un tejido de fibra de gran resistencia, empleado para efectuar reforzamientos en estructuras de concreto armado, madera y mampostería, razón por la cual, su uso contribuye a mejorar la

flexibilidad, resistencia y durabilidad. Su aplicación contribuye a prevenir las deformaciones causadas por situaciones sísmicas, mitiga los daños que puedan surgir por explosión en las estructuras, contribuye a mejorar el desempeño sísmico, es un sustituto a falta de acero, incrementa la ductilidad y resistencia en las columnas, mejora la capacidad de carga, disminuyendo errores en el diseño o construcción.

Su composición se encuentra a base de poliacrilonitrilo, realizada con hierbas muy pequeñas retorcidas y agrupadas fuertemente, del cual, se obtendrá una especie de resina que posteriormente derivará la apariencia del plástico para que las telas logren la forma mas apropiada pudiendo ser empleada de diversas formas (Raza, et al., 2019).

Este tipo de reforzamiento contribuye a mejorar el comportamiento de una estructura frente a las cargas, permitiéndole reestablecer su capacidad, haciendo que se vuelva resistente casi 10 veces más que el acero empleado para reforzar elementos de concreto.

Su uso en el campo estructural data desde aproximadamente los años 80. Su beneficio principal es que constituye ser un material no oxidable, liviano, siendo extremadamente resistente a la tracción, demostrado su gran eficacia. Estas fibras poseen por función incrementar la resistencia a la flexión, mientras que las mantas son empleadas de forma exitosa para incrementar la resistencia a la cortante (Raza, et al., 2019).

En este sentido, las dimensiones que comprenden a la variable Reforzamiento con fibra de carbono (DEFC) son: comportamiento, resistencia a la compresión, tiempo de ejecución y costos.

Analizando la **dimensión comportamiento**, se deduce que esta comprende el modo en como una estructura logra responder en términos de deformación y desplazamiento frente a una fuerza externa (NT E.030, 2019).

La determinación de este tipo de comportamiento se efectuará a través del programa Etabs, el cual, es un software empleado comúnmente para la evaluación de diseños y análisis sísmico resistente de estructuras, permitiendo modelar y diseñar las estructuras. A través de este programa, se podrá determinar el comportamiento estático, dinámico y sísmico de la vivienda en estudio.

El comportamiento estático comprende aquel tipo de estudio que se efectúa para poder determinar el estado que presenta una estructura al encontrarse sujeto a fuerzas desconocidas (eventos sísmicos), las cuales actúan direccionadas hacia el centro de masa de cada nivel de la edificación, por tanto, presentará una deformación distinta cada piso de la edificación (NT E.030, 2019).

El comportamiento dinámico comprende aquella forma en cómo se comporta una estructura, desarrollando acciones contrapuestas a los movimientos impuestos por las cargas y desplazamientos (NT E.030, 2019).

El comportamiento sísmico permite conocer cómo se reacciona una estructura frente a eventos sísmicos (NT E.030, 2019).

Con referencia a la **dimensión resistencia a la compresión**, esta comprende aquella capacidad máxima que posee una estructura para poder resistir a los materiales (Zavala, 2018), razón por la cual, es la prueba más empleada por los profesionales de la construcción, la cual se encuentra fundamentada en la NTP 339.034 (2008) que detalla los métodos de ensayo normalizado para establecer la resistencia a la compresión.

Por tanto, conforme a lo establecido por el CEMEX (2023) este tipo de resistencia se mide a través de la ruptura de probetas compuesta por concreto, mediante una máquina que efectúa ensayos a compresión, el cual arroja resultados en función a kg/cm^2 .

Para desarrollar este proceso, se efectuó el ensayo de diamantina y la medición de la resistencia a la compresión en función a ensayos de 7, 14 y 28 días.

En cuanto a la **dimensión tiempo de ejecución**, esta estará definida en función al cronograma de ejecución de obra que comprenderá los plazos y las fechas que tomarán efectuar el reforzamiento, tomando en consideración todas las actividades que se efectuarán durante la ejecución (OSCE, 2023).

En este caso, se desarrollarán dos cronogramas, los cuales, serán comparados en cuanto a tiempo para conocer cual es el óptimo.

Finalmente, en cuanto a la **dimensión costos**, esta será efectuada mediante una tabla de costos y presupuestos, para lo cual, se realizará una cuantificación técnica en donde se detallarán las cantidades de recursos tanto materiales, como equipos y mano de obra, los cuales serán detallados en función a la partida a la que corresponde (OSCE, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo aplicada

Metodológicamente, la pesquisa cumple con las características necesarias para enmarcarse en el tipo **aplicada**, puesto que, tal como lo describió Quispe et al., (2020) su función principal es crear conocimientos nuevos y plantear nuevas teorías en función a un variable, buscando poder darle una solución a una situación en específico (Serrano, 2020).

En este sentido, lo que se busca es poder determinar las características que posee cada uno de los tipos de reforzamiento, y en base a ello, poder determinar cuál es el más óptimo para mejorar la resistencia de la infraestructura de la vivienda en estudio; por ello, ha de tomarse como fundamento las teorías, y las normas vigentes para poder desarrollar la investigación creando conocimientos nuevos asociados al tema, culminando el proceso con la determinación de cuál de las dos formas de reforzar es el más óptima para ofrecer una capacidad sismo-resistente adecuada.

Nivel: Descriptivo – comparativo

Tomando en consideración que el objetivo principal de esta pesquisa es poder caracterizar a las variables, y en base a ello, comparar cuál de los dos tipos de reforzamiento es el más adecuado, se tomó como decisión enmarcarlo dentro de tipo descriptivo – comparativo.

Al respecto Sánchez preciso que este tipo de nivel de investigación se centra en describir a la variable para posteriormente compararla, ya sea a través de analogías, contrastes o similitudes, buscando alcanzar el conocimiento científico (2020).

De manera más explícita, Guevara, et al., (2020) explicaron que los estudios descriptivos, buscan narrar las características de la variable y dimensiones, buscan puntualizar los componentes, cualidades, y propiedades tomando como referencia

una realidad específica, por tanto, es fundamental para analizar semejanzas y diferencias.

Por tanto, corresponde al nivel descriptivo debido a que se caracterizará a las variables, y conforme a los resultados que se obtengan, se detallarán las propiedades mecánicas y físicas que presentan. Una vez efectuado este proceso, se procederá con la comparación, con la intención de poder establecer las semejanzas o diferencias que existen entre los dos tipos de reforzamiento.

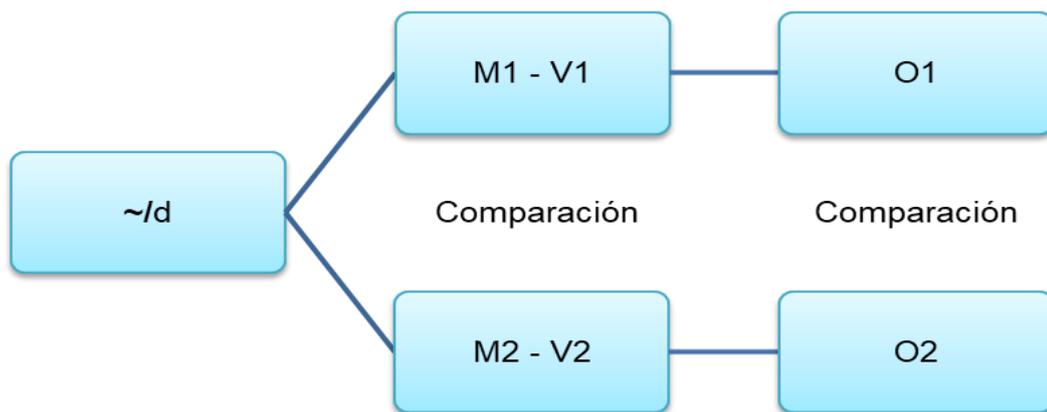


Figura 1

Diseño de estudio

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- M1 → Reforzamiento con concreto armado
- M2 → Reforzamiento con fibra de carbono
- O1 → Observación del reforzamiento con concreto armado
- O2 → Observación del reforzamiento con fibra de carbono
- ~ → Semejanzas
- d → Diferencias

Enfoque cuantitativo

Con referencia a este enfoque, Sánchez (2019) hizo una precisión al respecto, indicando que su principal característica es que trabaja con información que puede

medirse, empleando diversidad de instrumentos para recopilar los datos, los cuales son procesados mediante cálculos matemáticos o estadísticos.

En este sentido, se consideró que el estudio es de enfoque cuantitativo porque se hizo uso de diversas técnicas e instrumentos para recabar datos, los cuales mediante un proceso de cálculos se logró conocer las físicas y mecánicas de los compuestos, así como también se empleó diversos softwares para diseñar y modelar según el tipo de reforzamiento, logrando con ello, poder comprobar las hipótesis.

Diseño experimental

Referente a este diseño, Cohen y Gómez explicaron que su principal función es contribuir al fenómeno de la explicación y predicción (2019), mientras que Polanía, et al., precisaron que este tipo de diseño se encarga de analizar las relaciones causales empleando la experimentación, teniendo como propósito mantener el control de los fenómenos en estudio. Por tanto, su fundamentación se basa en el control sistemático y la manipulación activa (2020).

Galindo por su parte, precisó que, en este tipo de estudios, el investigador logra poseer el control total sobre las variables en estudio, razón por la cual, muchas de las investigaciones que se enmarcan en este diseño, suelen efectuarse en laboratorio (2020).

Por ende, el presente estudio se caracterizó dentro de este tipo de diseño debido a que busca tener información sobre las características y formas de comportarse de los dos tipos de reforzamiento (con concreto armado y con fibra de carbono), buscando conocer cuál es el óptimo.

Método hipotético deductivo

Arias (2020) precisaron que los estudios con enfoque cuantitativo, por lo general, suelen recurrir al método hipotético deductivo, el cual, se basa en la formulación de dos premisas, buscando contrastar su realidad, para ello, parten de datos generales, previamente validados, para posteriormente efectuar deducciones

mediante el raciocinio humano, las cuales, serán comprobadas durante la investigación.

En este caso, se partió de la observación de la realidad en la zona de Mariscal Cáceres, precisamente, el domicilio en estudio, y en vista a lo observado, se efectuó una reflexión, logrando con ello formular supuestos que logren explicar lo observado, deduciendo de ellas, las posibles consecuencias que podrían acarrear, finalizando con su comprobando en base a la experimentación realizada.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Reforzamiento de concreto armado

Definición conceptual:

Raza, et al., describió el reforzamiento con concreto armado como un tipo de reforzamiento que se basa en brindar una mejoría y mayor capacidad estructural al inmueble en intervención, el cual, pasara por diversos cambios en las estructuraciones, sufriendo ampliaciones, incrementos en el peso y en la fuerza (2019).

Definición operacional:

Este tipo de reforzamiento se efectuará mediante la creación de un encamisado sobre la estructura, reforzándola parcialmente mediante la adición del hormigón armado, luego de lo cual se obtendrá el crecimiento de la mayoría de los elementos determinados, ya sean vigas o columnas, todo ello en base a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente; por tanto será operacionalizada mediante las evaluaciones que se efectuarán en laboratorio, las cuales, permitirán conocer las propiedades mecánicas y físicas del concreto armado, y haciendo uso del programa ETABS, se efectuará el diseño y modelado.

Variable independiente: Reforzamiento con fibra de carbono (DEFC)

Definición conceptual:

SikaWrap precisó que la fibra de carbono constituye ser un tejido de fibra de gran resistencia, empleado para efectuar reforzamientos en estructuras de concreto armado, madera y mampostería, razón por la cual, su uso contribuye a mejorar la flexibilidad, resistencia y durabilidad. Su aplicación contribuye a prevenir las deformaciones causadas por situaciones sísmicas, mitiga los daños que puedan surgir por explosión en las estructuras, contribuye a mejorar el desempeño sísmico, es un sustituto a falta de acero, incrementa la ductilidad y resistencia en las columnas, mejora la capacidad de carga, disminuyendo errores en el diseño o construcción (2020).

Definición operacional:

Este tipo de reforzamiento se efectuará mediante la adición de la fibra de carbono para obtener un material con mayor ventaja de refuerzo estructural, dándole mayor resistencia al ser combinada con el acero, todo ello en base a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente; por tanto será operacionalizada mediante las evaluaciones que se efectuarán en laboratorio, las cuales, permitirán conocer las propiedades mecánicas y físicas de la fibra de carbono, y haciendo uso del programa ETABS, se efectuará el diseño y modelado.

3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

Población

Polanía (2020) describió la población como el total de casos a analizar, los cuales, coinciden con características comunes, en un espacio y tiempo determinado, por tanto, coincidiendo con lo propuesto por Galindo (2020) constituye el universo razón de estudio.

En este caso, se consideró como población un terreno de 90 m², ubicado en la Urbanización Mariscal Cáceres, Mz. C7 Lt 42, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Criterios de Inclusión:

Ha de considerarse todas las columnas que se encuentra en la propiedad que consta de 90 m², ubicado en la Urbanización Mariscal Cáceres, Mz. C7 Lt 42, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Criterios de Exclusión:

Ha de excluirse toda aquella propiedad que no corresponda a la vivienda ubicada en la Urbanización Mariscal Cáceres, Mz. C7 Lt 42, en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Muestreo

Mucha et al., describieron el muestreo como aquella fórmula que permite determinar una cantidad muestral, siendo los más comunes los de tipo probabilístico (azar) y los no probabilísticos (juicio subjetivo del investigador) (2021).

Esta pesquisa, optó por el **muestreo no probabilístico – intencional**, debido a que no fue necesario emplear fórmulas estadísticas para poder determinar la muestra, considerándose a criterio del investigador cuál de las viviendas resulta más conveniente poder analizar, considerando que, como requerimiento principal, se debe tener la autorización del propietario para efectuar el estudio.

Muestra

Mucha et al., precisó que una muestra constituye aquella fracción que va a representar de forma significativa a la población (2021). Para la muestra del proyecto se consideró un terreno de 90 m², que está ubicado en la Urbanización Mariscal Cáceres, exactamente en la Mz. C7 Lt 42, en el Distrito de San Juan de Lurigancho.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica:

Mar, et al., (2020) describieron la técnica como un procedimiento que se sigue para poder efectuar los instrumentos, los cuales, pueden ser de varios tipos. En

referencia a ello, Hernández y Duana (2020) explicaron que los más comunes dentro de los procesos cuantitativos son la **encuesta y la observación**.

En el caso del presente estudio, la técnica empleada fue la **observación directa**, puesto que, se perpetró un análisis visual de las condiciones en las que se hallaba la vivienda, así como también el suelo, y en base a ello, se buscó el instrumento más apropiado para poder recopilar la información. Cabe recalcar que, tal como lo precisó Arias y Covinos (2021) la observación es un tipo de técnica en donde se logra percibir de manera visual, la situación real de un determinado punto. Por ende, se empleó la técnica de la observación en función a dos aspectos:

Instrumento:

En cuanto a los instrumentos, Herrera, et al., (2020) lo describieron como un recurso empleado por el investigador para recopilar datos relevantes en referencia a sus variables de estudio, los cuales, deben cumplir con ciertos criterios para poder ser aplicados.

3.5. Procedimientos

Paso 1: Se determinó la vivienda a analizar, y para efectuar los estudios, se solicitó el permiso correspondiente al propietario.

Paso 2: Se realizó el reconocimiento del terreno, y con ello, se procedió con la ejecución de las 3 calicatas para la extracción de muestras para realizar el análisis (tipo de suelo, espesor de la capa, color, humedad, dimensión, etc.).



Figura 2

Extracción del material de las calicatas para laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Se realizó un diseño de concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con diseño sísmico estructural para una vivienda unifamiliar mediante el programa de ETABS.

Paso 4: Se realizó una inspección de la vivienda para determinar si hay defectos visibles, que se observarán durante el proceso de recopilación de datos de la evaluación estructural.

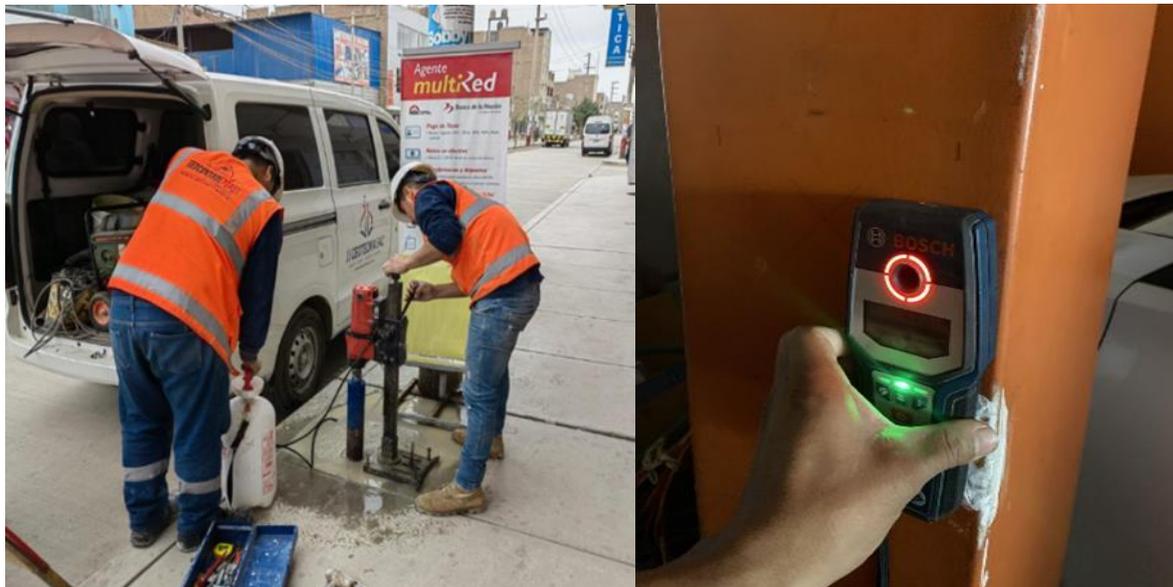


Figura 3

Ensayo de corazones diamantinos de concreto y detector de metales

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Se evaluó la resistencia de las estructuras mediante un ensayo de corazones diamantinos de concreto y un análisis de detector de metales antes de hacer el ensayo.

Paso 6: En el segundo punto se obtuvo los planos respectivos de la vivienda y se realizó una verificación sobre las estructuras, ya que en este caso si no existiese los planos, se optará en proceder con el diseño de la casa, así como verificar la durabilidad de los elementos estructurales existentes, lo cual se discutirá en el siguiente punto.

Reforzamiento estructural con concreto armado - RECA

Paso 1: Se consiguió los materiales requeridos para un diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la localidad de San Juan de Lurigancho.

Paso 2: Fue necesario alquilar una mezcladora de 11 P3, para realizar el diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 3: Luego de realizar el reforzamiento de encamisado de concreto armado, se realizó ensayos correspondientes como la resistencia a la compresión.

Paso 4: Se realizó un presupuesto de la vivienda unifamiliar con el diseñado del encamisado del concreto armado, patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Reforzamiento estructural con fibra de carbono - REFICA

Paso 1: Se consiguió el producto de la fibra de carbono mediante un proveedor de la localidad de Lima, mediante la recolección de información se necesitó un promedio de 3 rollos de SikaWrap®-600C que equivalen de 25 m^2 de una dimensión de $50 \text{ cm} \times 50 \text{ m}$.

**Figura 4**

Producto HM fibra de carbono unidireccional

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Luego de obtener el producto del tejido de fibra de carbono de un espesor de 10 micrómetros, se realizó los ensayos correspondientes como la resistencia a compresión.

Paso 3: Una vez obtenido los resultados y los diagnósticos de la vivienda, se obtuvo los puntos débiles de las estructuras, ya que se reforzaron con el material llamado fibra de carbono.

Paso 4: Se realizó el encamisado a las columnas con el tejido de fibra de carbono de un espesor de 0.3 micrómetros, para una vivienda unifamiliar que ha sido diseñada anteriormente.

Paso 5: Se realizó un presupuesto de la vivienda unifamiliar, para un reforzamiento con el diseño del encamisado de fibra de carbono.

Comparación final entre RECA Y REFICA

Paso 1: Se comparó el diseño de concreto armado y el diseño de fibra de carbono, para poder determinar cuál de los dos se comportan mejor para un diseño sísmico estructural.

Paso 2: Se comparó el presupuesto correspondiente entre el diseño de concreto armado y el diseño de fibra de carbono, y se determinó cuál de los dos es mejor económicamente para el reforzamiento de la vivienda.

3.6. Método de análisis de datos

Es poder hallar información necesaria que responda a los objetivos de estudio, se empleará softwares informáticos tales como: ETABS, Auto CAD, y algunos programas de Office como: Word y Microsoft Excel, los cuales, permitirán conseguir los resultados esperados.

Como referente al estudio, se llevará a cabo las medidas que fueron comprobadas, en los ensayos de laboratorio de suelos y, se obtendrá la validación de los resultados.

3.7. Aspectos Éticos

La investigación fue efectuada con total integridad, desarrollándose de forma objetiva y justa, procurando su total documentación, y mostrando respeto hacia el propietario y su inmueble, por ello, fue necesario solicitar su autorización mediante documento escrito a fin de darle validez y formalidad al proceso.

En cuanto al desarrollo de la redacción del estudio, se cumplió con el respeto de la propiedad intelectual de los investigadores, referenciando a cada uno de ellos conforme al formato APA, establecido por la casa de estudios.

Así mismo, es necesario precisar que el presente estudio se desarrolló con beneficencia, sin incidir en maleficencia, buscando en todo momento favorecer al propietario y a sus miembros mediante el estudio que se efectuará.

Del mismo modo, se respetó en todo momento la normativa establecida por la universidad, actuando con ética, y valores.

Referente a la presentación de resultados, se da fe que la información que se muestra es totalmente real, no incidiendo en manipulación ni alteración de la

información, por tanto, todo lo que se encuentre en el presente trabajo es verídico y confiable.

Finalmente, en lo que concierne a la redacción, se declara que el presente trabajo es de nuestra autoría, no incidiendo en copia, ni plagio, razón por la cual, muestra originalidad.

IV. RESULTADOS

Generalidades

A través del estudio titulado “Análisis comparativo entre reforzamiento por concreto armado y fibra de carbono para columnas de vivienda, San Juan De Lurigancho 2023”, se busca analizar una vivienda ya existe que posee 3 pisos, los cuales serán reforzados empleando dos tipos distintos de reforzamiento, con la intención de poder determinar cuál es el óptimo para la vivienda unifamiliar.

Ubicación

El área en estudio corresponde al terreno de 90m², que se encuentra situada en la Mz. C-7 Lote 42, Urb. Mariscal Cáceres, distrito de SJL, en la provincia y departamento de Lima



Figura 5

Ubicación de la vivienda Unifamiliar

Fuente: Ubicación extraída del Google Maps



Figura 6

Vivienda de 3 pisos

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico

En la tabla 3 se puede apreciar el resumen del análisis granulométrico efectuado, en el cual, se detalla la cantidad de partículas que lograron pasar por los tamices que se están empleado, los cuales van desde 3", hasta el tamiz N° 200, permitiéndonos clasificar de forma correcta el suelo a través del SUCS.

Tabla 1*Granulometría de suelo*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE POR CUMULADO QUE PASA (%)					
MALLA		PESO	%	%RETENIDO	% QUE
Nº	ABERTURA (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2 "	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1 "	25.400	393.0	29.3	29.3	70.7
3/4"	19.000	55.2	4.1	33.4	66.6
3/8"	9.500	167.6	12.5	45.9	54.1
Nº 4	4.760	134.8	10.1	56.0	44.0
Nº 10	2.000	144.2	10.8	66.7	33.3
Nº 20	0.840	180.7	13.5	80.2	19.8
Nº 40	0.425	122.2	9.1	89.3	10.7
Nº 60	0.260	64.2	4.8	94.1	5.9
Nº 140	0.106	51.2	3.8	97.9	2.1
Nº 200	0.075	9.1	0.7	98.6	1.4
- Nº 200	ASTM D 1140	-	1.4	100.0	-

Fuente: *Elaboración propia*

Como se pudo apreciar, se empleó diversos tamices conforme a lo que indica la NTP 339.128, permitiéndonos estudiar y conocer el tamaño de las partículas que pasan por cada malla, observando que, en la malla Nº 4, el porcentaje retenido acumulado es de 56.0%, siendo interpretado el material como grava, en arena obtenemos un 42.6% y en la malla Nº- 200 se obtuvo un material de finura de 1.4%. Luego de obtener los resultados de análisis de granulometría, a continuación, se muestra a través de una figura de curvas granulométricas la importancia de la malla Nº4 hasta la malla Nº - 200, indicando las diferencias existentes entre una grava, arena o material fino.

Contenido de Humedad

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos a través del ensayo de contenido de humedad, que se basó en la NTP 339.127.

Tabla 2

Resultados de contenido de humedad

CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	W%	L.L	L.P	I.P	SUCS	DESCRIPCION
								GRAVA
C-3	M-1	0.30 – 3.00	0.75	N.P	N.P	N.P	GP	PROBREMENTE GRADADA CON ARENA

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 3, el contenido de humedad de la **C-3** es de 0.75% de humedad, lo cual se observó también, que el límite líquido, límite plástico y índice plástico no se encontró en el ensayo del laboratorio.

Tabla 3

Resultados del peso unitario mínimo y máximo

CALICATA	MUESTRA	PESO UNITARIO	
		MÍNIMO - NTP 339.138 (1999) - (g/cm ³)	MÁXIMO - NTP 339.137 (1999) - (g/cm ³)
C-3	M-1	1.74	2.01

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecia que los resultados alcanzados permitieron concluir que, en el ensayo de mecánica de suelos se logró obtener un peso unitario mínimo de 1.74 gr/cm³ y un peso unitario máximo de 2.01 gr/cm³, con lo cuales se pudo obtener una densidad relativa del 70% logrando determinar que la densidad de terrero es de 1.92 g/cm³.

Así mismo, en el ensayo de corte directo efectuado en las muestras extraídas de la calicata C-3 se pudo determinar lo siguiente:

Tabla 4*Resultados del ensayo del corte directo*

CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	SUCS	DESCRIPCION	ϕ	C
				GRAVA		
C-3	M-1	0.30 – 3.00	1.74	PROBREMENTE GRADADA CON ARENA	34.5	0.00

Fuente: Elaboración propia

Los resultados evidenciaron que el ángulo de fricción es de 34.5°, existiendo una cohesión de 0.00 kg/cm².

Ensayo de mecánica de suelos

A través de este ensayo se podrá conocer efecto agresivo que podría traer el tipo de suelo a la cimentación, razón por la cual, fue necesario efectuar un estudio de análisis químicos, de los cuales, se logró obtener como resultados lo siguiente:

Tabla 5*Resultados de análisis químicos*

CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	Cloruros	Sulfatos
C-3	M-1	0.30 – 3.00	285.00	180.00

Fuente: Elaboración propia

Los datos mostraron que, la concentración de sulfatos es de 180 p.p.m < 1,000 p.p.m, indicando que el grado de ataque al concreto de la cimentación es leve. Así mismo la concentración del resultado que obtuvimos del cloruro es de 285 p.p.m < 6,000 ppm, por tanto, no producirá un ataque por corrosión al acero de la cimentación.

Luego de obtener todos los datos requeridos por medio de los ensayos mencionados obtenemos también que la capacidad admisible mediante el estudio de suelo es de 3.20 kg/cm².

Zonificación (Z)

De acuerdo con lo establecido en la Norma E-0.30, se debe designar a cada una de las 4 zonas que comprenden el territorio nacional, un factor “Z”, el cual, simboliza la aceleración máxima que puede tener un terreno, tomando en consideración una probabilidad de ser excedida del 10% en 50 años. En este caso, la zona en la cual se está desarrollando el proyecto se encuentra situada en la zona 4, siendo su factor Z el **0.45**.

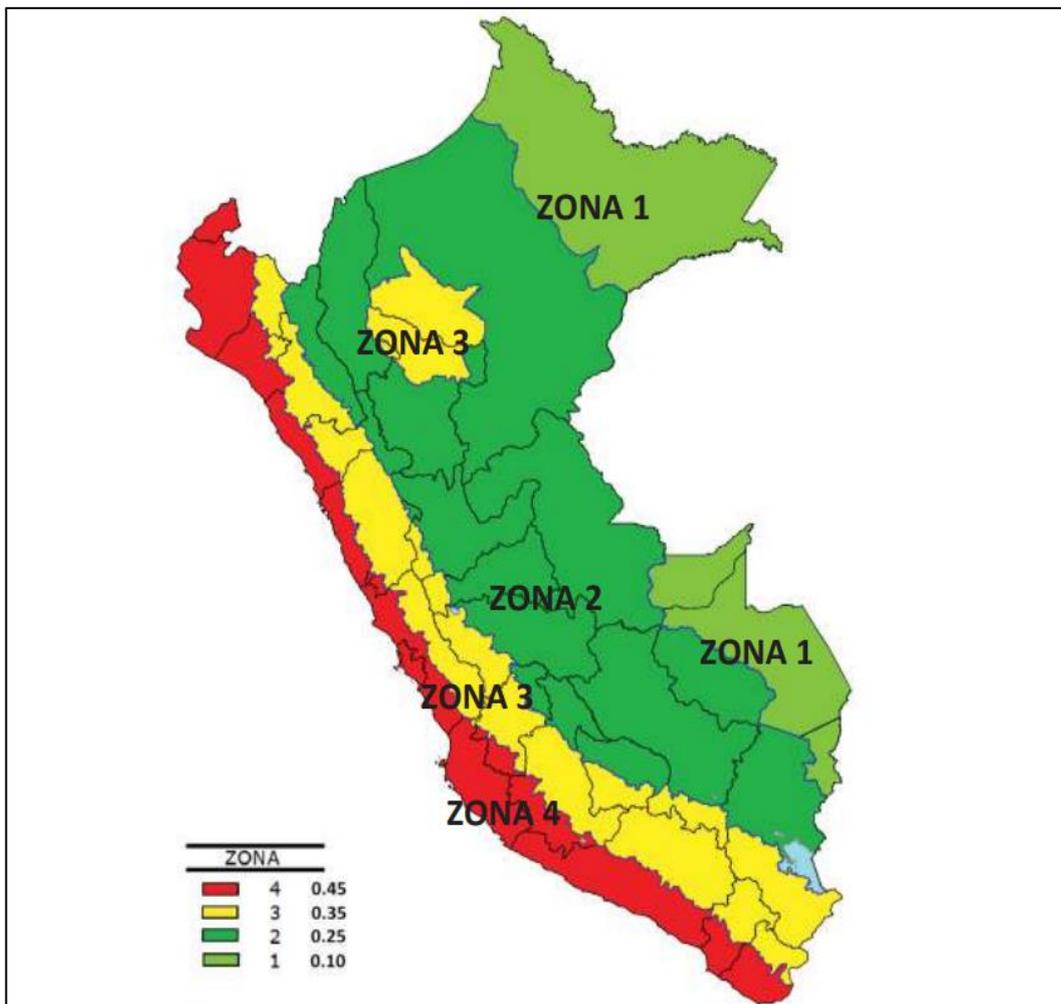


Figura 7

Mapa de zonificación sísmica

Fuente: Elaboración propia

Parámetros del suelo (S)

Una vez más, tomando como referencia la norma E-0.30, se cree que el perfil de suelo que caracteriza a esta zona es de tipo intermedio (S1), siendo los parámetros Tp y TL que se asocian a este suelo los que se muestran a continuación:

Tp=0.40 seg

TL=2.50 seg

Factor de amplificación del suelo **S=1.00**

Tabla 6

Clasificación de los perfiles de suelos

PERFIL	Vs	N60	Su
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Manual de la construcción de la Institución de la Construcción y Gerencia

Tabla 7

Periodo "TP" y "TL"

PERFIL	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (S)	3.0	2.5	2.5	1.6

Fuente: Manual de la construcción de la Institución de la Construcción y Gerencia

Tabla 8

Factor de suelo "S"

PERFIL	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20

Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Manual de la construcción de la Institución de la Construcción y Gerencia

Luego de haber planteado el ensayo del estudio de suelos, se realizó un análisis de resistencia de las columnas seleccionadas en dos puntos que son más críticos de la vivienda, así mismo obteniendo el siguiente informe de resultados mediante el laboratorio y poder plantear el dato requerido para el modelamiento de los dos reforzamientos y ver su comportamiento de cada uno de ellos mediante el programa ETABS.

Tabla 9

Resultados del ensayo de diamantina

IDENTIFICACION	DIAMANTINA 1	DIAMANTINA 2
	Columna 1	Columna 2
Long. Total (mm)	182	161
Longitud (mm)	152.0	130.6
Diámetro (mm)	73.8	74.0
Esbeltez A/D	2.06	1.76
Área (cm ²)	42.78	43.01
Peso (gr)	1413.3	1243.3
Carga maxima (kg)	7390	7686
P.U. (kg/m ³)	2174	2213
FACT. COR.	1.021	0.981
F`c (kg/cm²)	176	175
Falla	2	2

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el ensayo de la diamantina a compresión, que la resistencia del F`c (kg/cm²) de diamantina 1 tiene como resultado 176 F`c (kg/cm²) y en la diamantina 2 tiene como resultado 175 F`c (kg/cm²), siendo este un indicio que sugiere efectuar un reforzamiento en dichos elementos. Sin embargo, esta diferencia no resulta ser

inalcanzable, por ende, se debe efectuar un modelamiento a través del software ETABS, a fin de corroborar si la vivienda en estudio requiere o no de un reforzamiento.

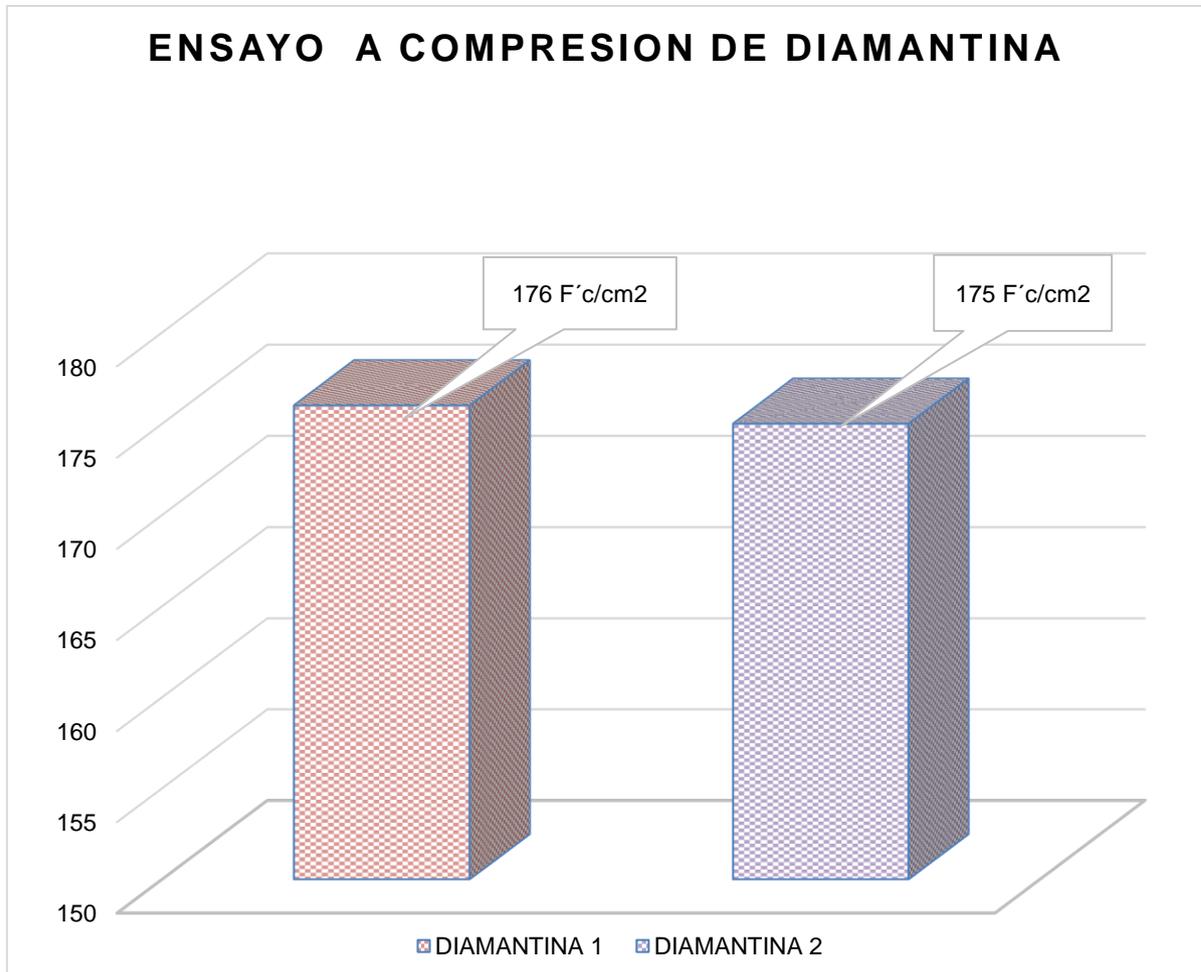


Figura 8

Resultados de los ensayos de la diamantina

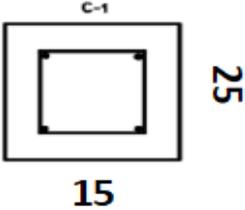
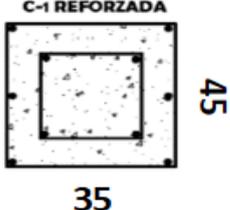
Fuente: Elaboración propia

OE1: Determinar cómo varía el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Comportamiento de los dos tipos de reforzamientos

Tabla 10

Comparación de los reforzamientos del concreto armado y fibra de carbono (columnas)

	MODELADO 1	MODELADO 2	MODELADO 3
			
GEOMETRIA			
Dimensiones	15 X 25	35 X 45	15 X 25
Área trans.	375	1575	375
Recubrimiento	2.5	2.5	2.5
MATERIALES			
Diseño del concreto	f'c =175 kg/cm2	f'c =210 kg/cm2	f'c =175 kg/cm2
Acero de refuerzo	Grado 60°	Grado 60°	Grado 60°/ FIBRA DE CARBONO

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la tabla, la diferencia de secciones transversales de la columna que tenemos para cada modelo, en el modelo 2 se plantea un incremento de para el reforzamiento del concreto armado de 10 cm para cada cara de la columna, mostrándose un incremento de 1200 cm² con respecto al modelo 1 y 3.

Se procedió en realizar el reforzamiento por concreto armado y el reforzamiento con fibra de carbono para los elementos estructurales observados.

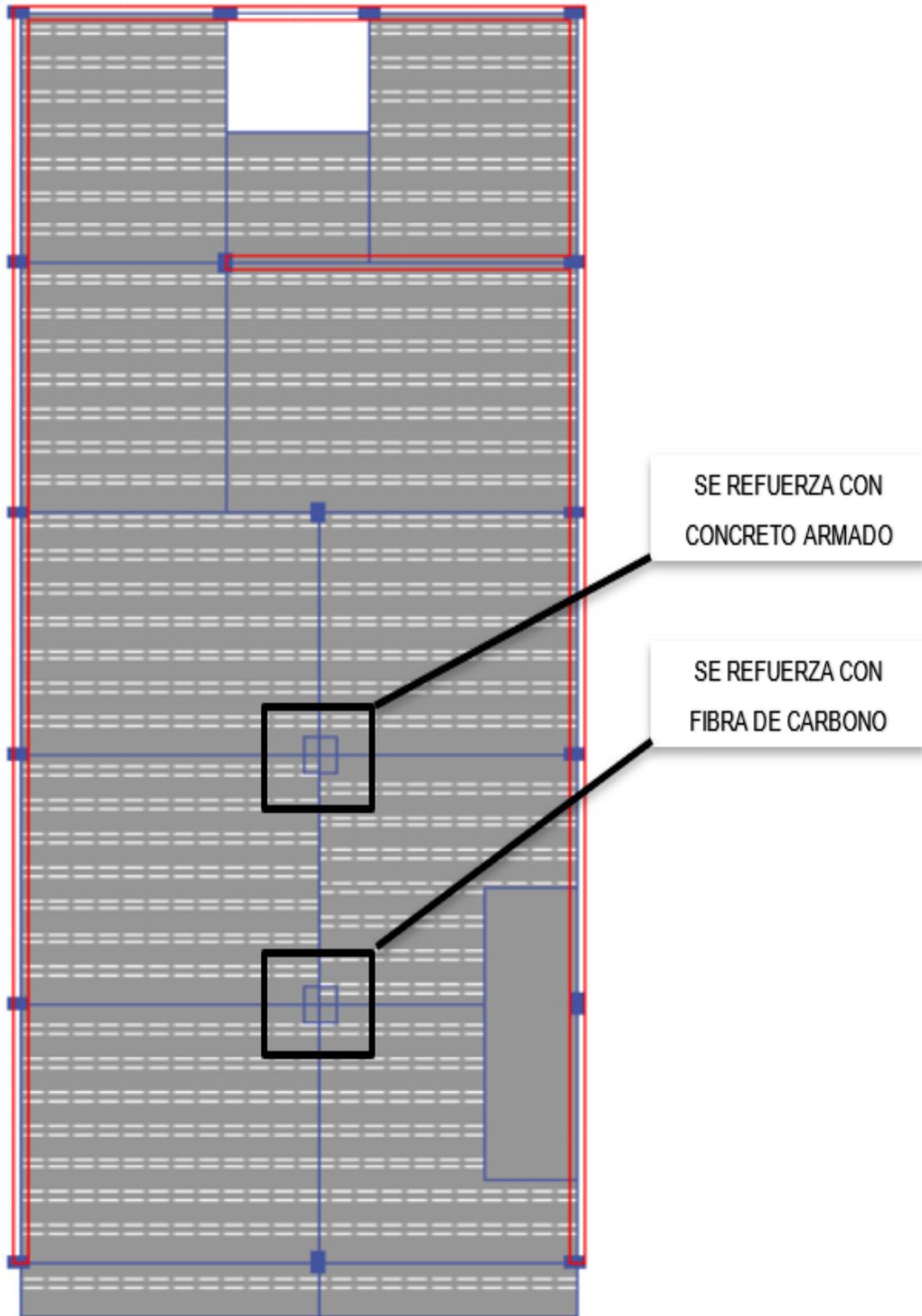


Figura 9

Vista planta elemento a reforzar

Fuente: Programa ETABS

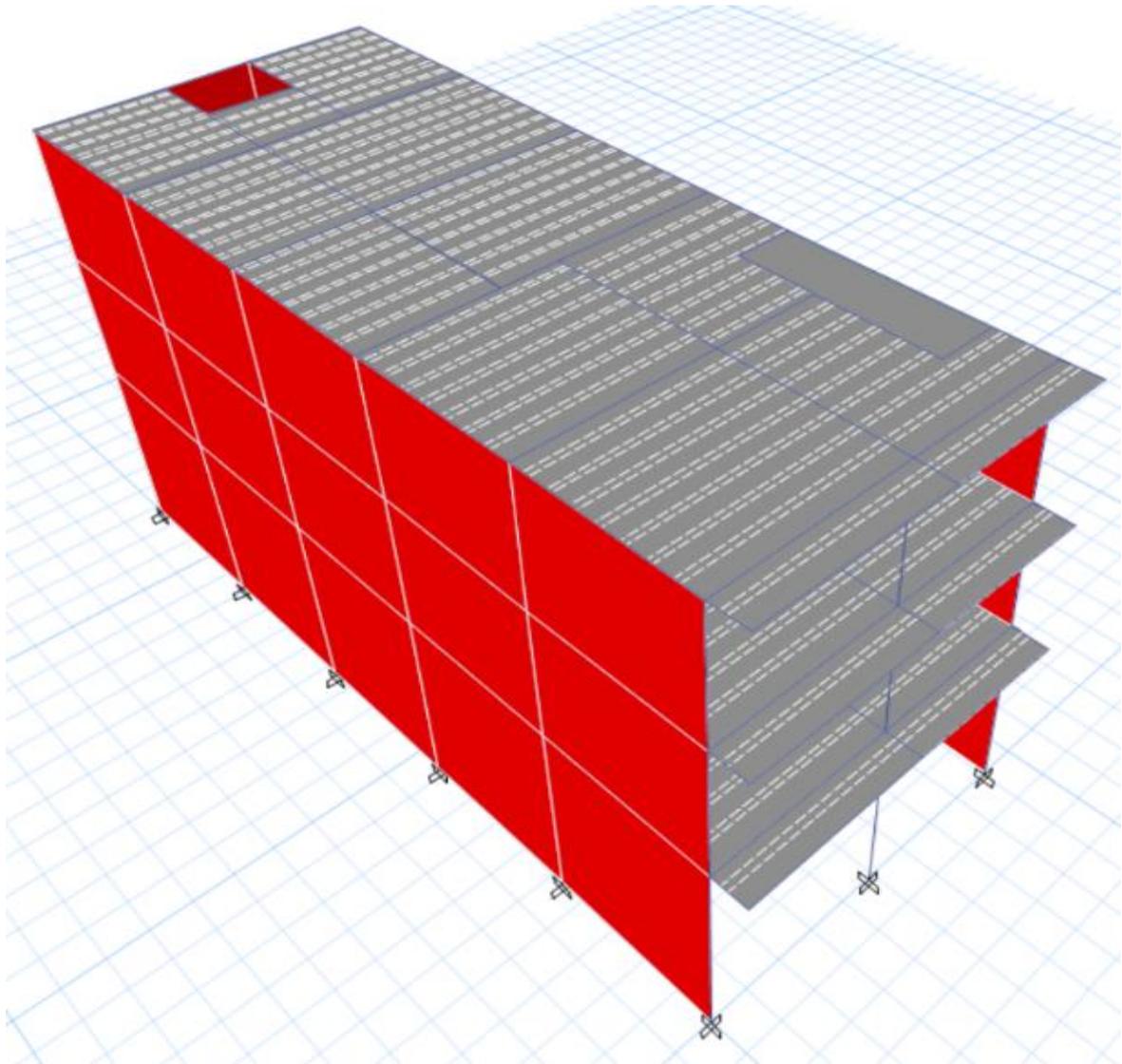


Figura 10

Vista tridimensional de la estructura

Fuente: Programa ETABS

Análisis modal de la estructura

Tomando en cuenta la NTE E.030, que comprende el RNE, y considerando las cargas expuestas con anterioridad, se efectuó un análisis modal a la estructura en su totalidad, del cual, el peso consideró el 100% de la carga muerta, siendo solo el 25% lo que se consideró de la carga viva, debido a que se trata de una edificación común que corresponde al tipo C.

Mediante la figura 12 se puede observar que la posición del centro de masas y del centro de rigidez, en función de la masa de cada nivel basándonos en la colocación de las fuerzas en altura resultantes en elevación del análisis modal.

Modo de vibración

Tomando en cuenta el art.18.2.c que detalla que: “En cada dirección se debe considerar los modos de vibración, cuya sumatoria de masas efectivas deben alcanzar al menos el 90% de la masa de la estructura, sin embargo, debe tomarse en consideración al menos las 3 primeras modalidades predominantes en la dirección de análisis”. Así mismo, es preciso indicar que el trabajo se efectuó con 6 modalidades de vibración; siendo los 3 modos primeros, los que se muestran a continuación, ya que en el 5to modo recién se logra alcanzar el 90% de la masa de la estructura.

Tabla 11

Resultados de masa en X-X y Y-Y con concreto armado

CASE	MODE	PERIODO	UX	UY
		sec		
MODAL	1	0.3200	0.7440	0.0001
MODAL	2	0.1090	0.0191	0.0002
MODAL	3	0.1040	0.0011	0.9268
MODAL	4	0.0970	0.2160	0.0037
MODAL	5	0.0620	0.0024	0.0000
MODAL	6	0.0360	0.0128	0.0148
MODAL	7	0.0350	0.0037	0.0509
MODAL	8	0.0230	0.0003	0.0022
MODAL	9	0.0230	0.0005	0.0013

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 observamos los resultados alcanzados en relación con la masa, de los cuales, se logra apreciar que en los 4 primeros modos alcanza un 90% en dirección X - X y un 90% en dirección Y - Y.

Tabla 12

Resultados de masa en X-X y Y-Y con Fibra de carbono

CASE	MODE	PERIODO	UX	UY
		sec		
MODAL	1	0.3300	0.7393	0.000
MODAL	2	0.1120	0.0036	0.000002
MODAL	3	0.1030	0.0028	0.9226
MODAL	4	0.0990	0.2346	0.00870
MODAL	5	0.0650	0.0020	0.00000
MODAL	6	0.0360	0.0148	0.00770
MODAL	7	0.0350	0.0020	0.05760
MODAL	8	0.0230	0.0003	0.00220
MODAL	9	0.0230	0.0005	0.00120

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 observamos los resultados alcanzados en relación con la masa, de los cuales, se logra apreciar que en los 4 primeros modos alcanza un 90% en dirección X - X y un 90% en dirección Y - Y.

Fuerzas globales

Mediante los enunciados de nuestra norma E.0.30 para todo análisis con fuerzas estáticas equivalentes, se muestra:

Tabla 13*Fuerzas globales con concreto armado*

PISOS	Diaphragm	Mass X Tonf-s2/m	Mass Y Tonf-s2/m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf- s2/m	Cumulative Y tonf- s2/m
Piso 1	D1	11.41	11.41	2.91	7.97	11.41	11.41
Piso 2	D2	10.70	10.70	2.92	7.85	10.70	10.70
Piso 3	D3	6.21	6.21	2.95	7.71	6.21	6.21

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 14***Fuerzas globales con Fibra de carbono*

PISOS	Diaphragm	Mass X Tonf-s2/m	Mass Y Tonf-s2/m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf- s2/m	Cumulative Y tonf- s2/m
Piso 1	D1	11.23	11.23	2.90	8.03	11.23	11.23
Piso 2	D2	10.55	10.55	2.92	7.89	10.55	10.55
Piso 3	D3	6.14	6.14	2.95	7.74	6.14	6.14

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 13 y 14, expresan el aporte de cada modalidad a las fuerzas cortantes en la base, así como también se muestra el momento de volteo. Del mismo modo se logra apreciar las cortantes en la base, los cuales provinieron del análisis dinámico debiendo superar el 90% en ambas direcciones de las cortantes estáticas.

Análisis Dinámico

En el caso de las edificaciones convencionales, se debe efectuar un análisis dinámico a través de combinaciones espectrales, las cuales fueron detalladas líneas más arriba, tomando como base la Norma E.030. Conforme a ello, se detallan a continuación las señales sísmicas que se emplearon en el Programa ETABS, para considerar las cargas sísmicas en las direcciones X - X e Y - Y.

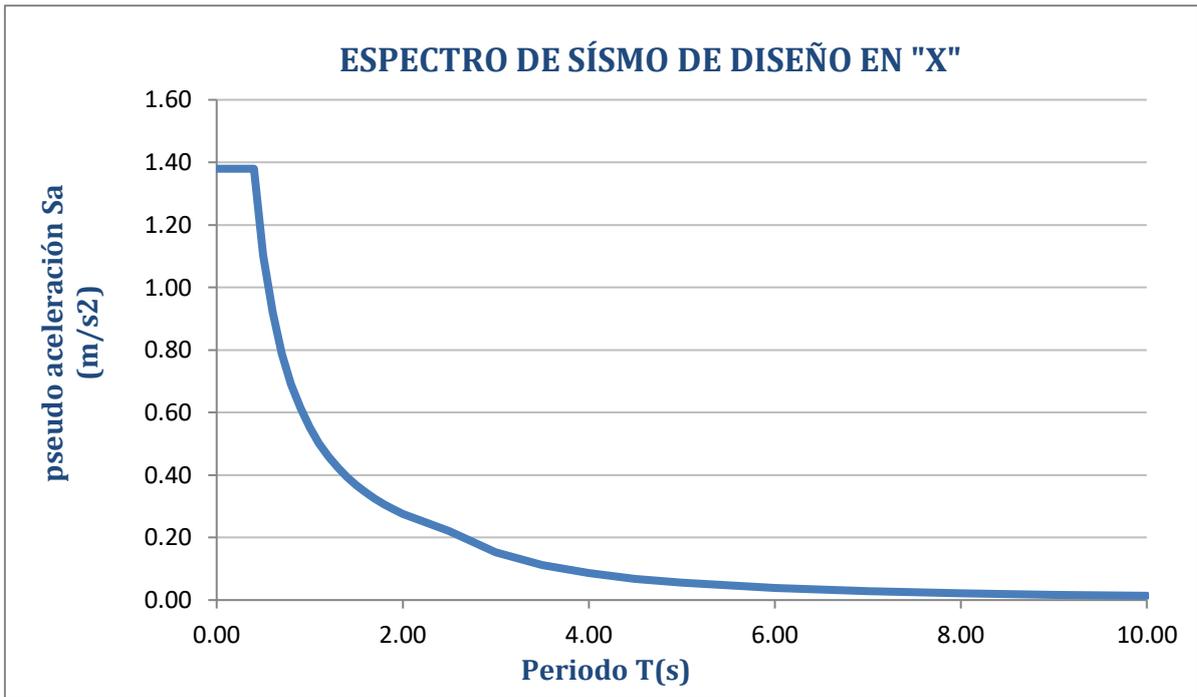


Figura 11

Espectro en la dirección X-X

Fuente: Elaboración Propia

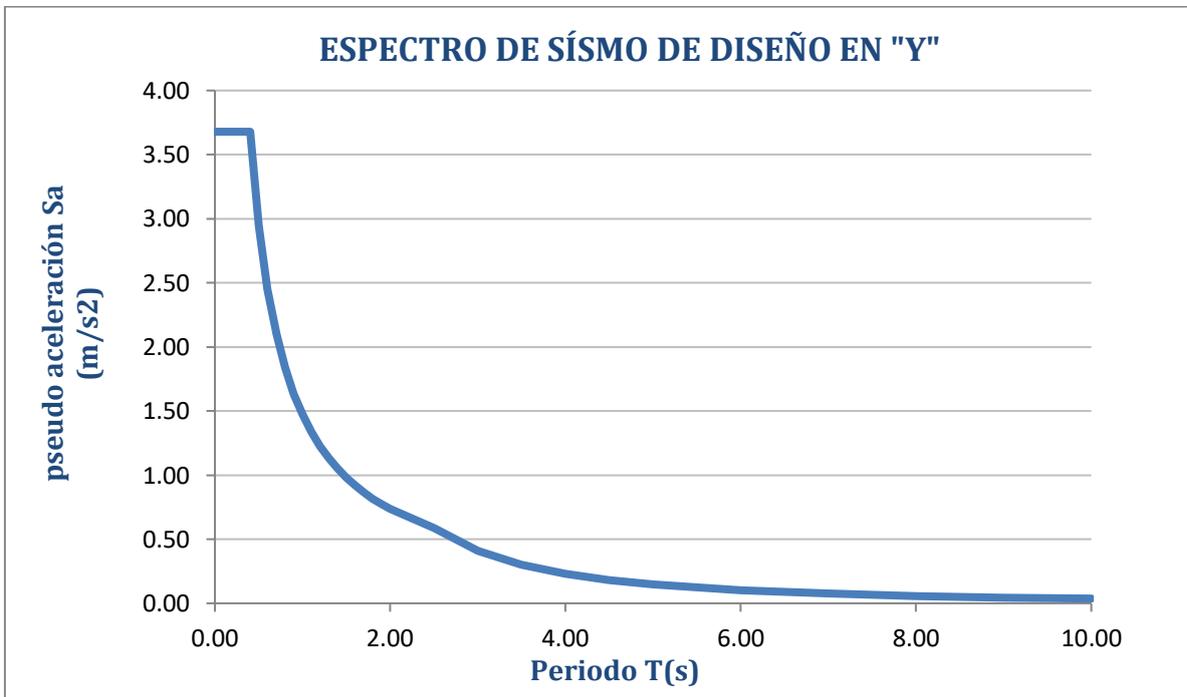


Figura 12

Espectro en la dirección Y-Y

Fuente: Elaboración Propia

Desplazamientos Máximos y Derivas

La NTE.030 precisa que, en el caso de sistemas estructurales en los que la fuerza sísmica básicamente resiste pórticos de concreto armado debe ser de 0.007 para efectos de la verificación, y para albañilería confinada 0.005 de igual forma.

Por tanto, a continuación, se muestran las distorsiones de entrepiso.

Tabla 15

Distorsión de pisos con reforzamiento con concreto armado

STORY	Load case/ Combo	DIRECCIÓN	DERIVAS	DERIVAS	
				X(R=8)	Y(R=3)
PISO 3	SDX MAX	X	0.0006240	0.0037	
PISO 3	SDY MAX	Y	0.0001700	0.00038	
PISO 2	SDX MAX	X	0.0009710	0.0058	
PISO 2	SDY MAX	Y	0.0002180	0.00049	
PISO 1	SDX MAX	X	0.001045	0.0063	
PISO 1	SDY MAX	Y	0.000214	0.00048	

Fuente: Elaboración Propia

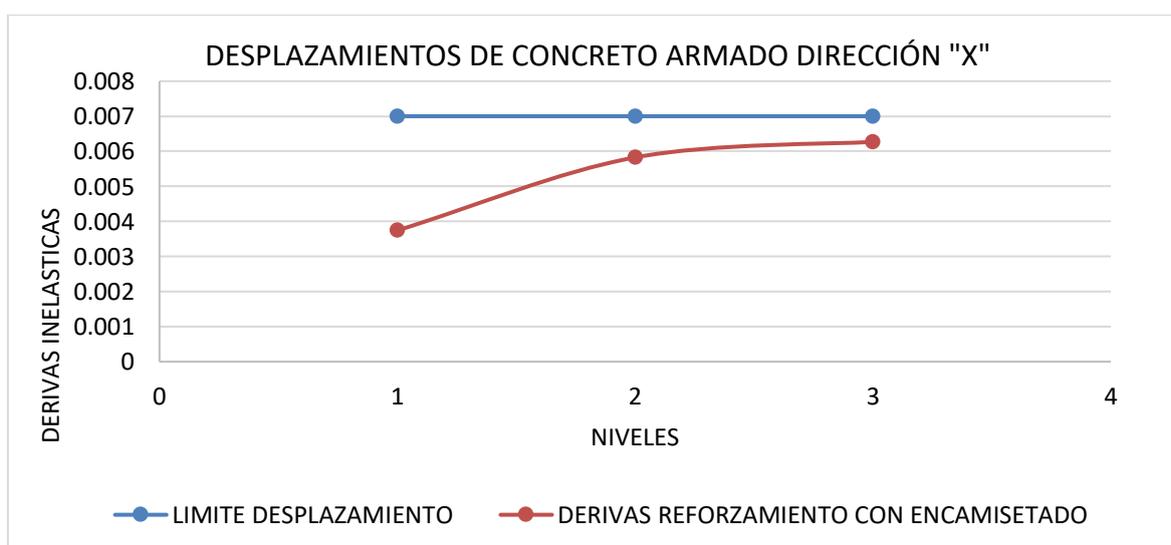


Figura 13

Desplazamiento con reforzamiento de concreto armado en X-X

Fuente: Elaboración propia

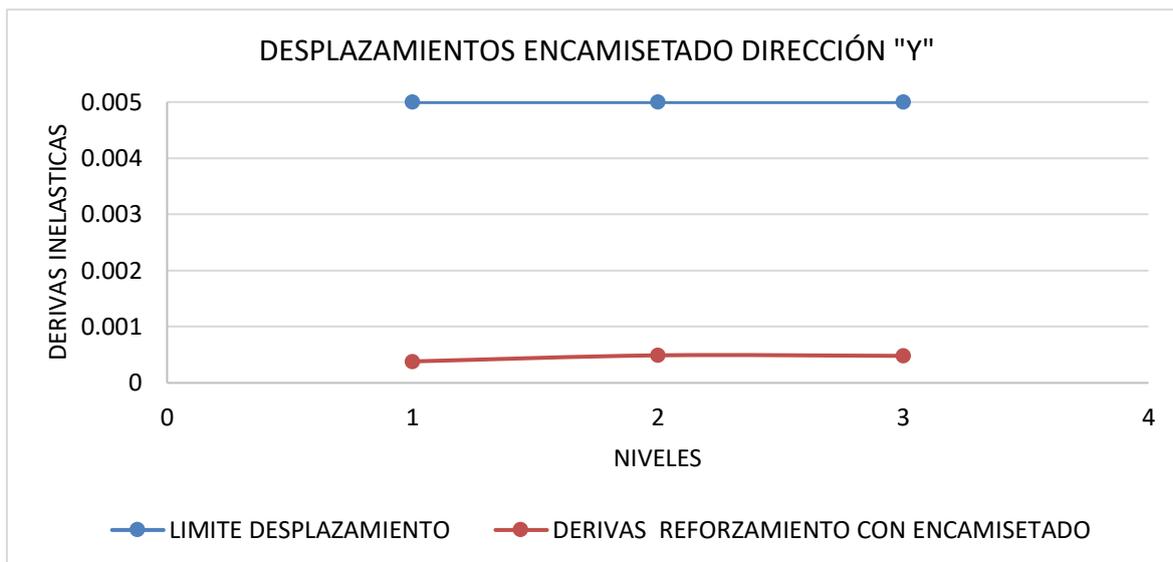


Figura 14

Desplazamiento con reforzamiento de concreto armado en Y-Y

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Distorsión de pisos con reforzamiento con fibra de carbono

STORY	Load	DIRECCIÓN	DERIVAS	DERIVAS
	case/ Combo			X(R=8) Y(R=3)
PISO 3	SDX MAX	X	0.0001800	0.0011
PISO 3	SDY MAX	Y	0.0000930	0.00021
PISO 2	SDX MAX	X	0.000271	0.0016
PISO 2	SDY MAX	Y	0.000121	0.00027
PISO 1	SDX MAX	X	0.000289	0.0017
PISO 1	SDY MAX	Y	0.000116	0.00026

Fuente: Elaboración Propia

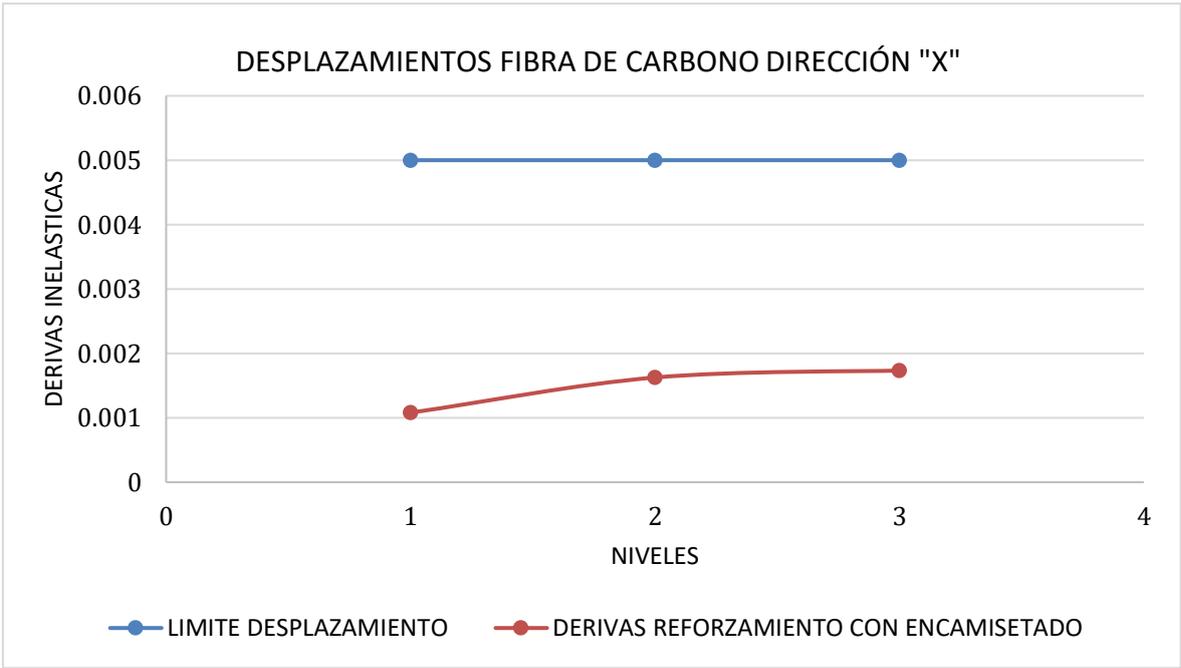


Figura 15
Desplazamiento con reforzamiento de fibra de carbono en X-X
Fuente: Elaboración propia

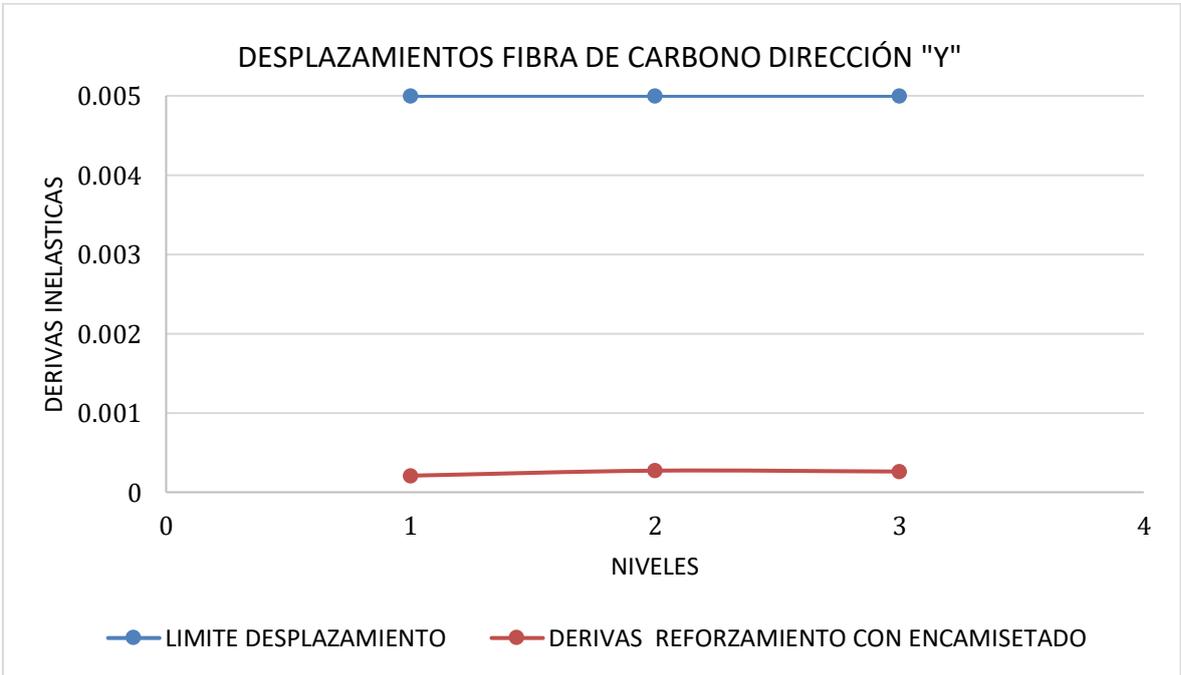


Figura 16
Desplazamiento con reforzamiento de Fibra de carbono en Y-Y
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 y 18, podemos observar la distorsión máxima de pisos lo cual las derivas máximas tanto en X y Y, cumplen con lo que requiere la Norma E.030, del art.32 de la tabla 11, menciona que para concreto armado es 0.007 y para albañilería confinada 0.005, cumpliendo así con la norma de diseño de sismo resistente.

Contrastación de hipótesis específica 1

HE1. Existen variaciones significativas en el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Los comportamientos del concreto armado y tanto el reforzamiento de fibra de carbono se obtiene como resultados muy significativos, ya que se muestra una variación de ambos reforzamientos.

OE2: Determinar en que se diferencian los resultados de la resistencia a la comprensión en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Para saber la resistencia del reforzamiento del concreto armado, se realizarán los ensayos correspondientes a compresión, que nos ayudara a determinar si el diseño del reforzamiento del concreto armado para una columna mejora de una manera positiva.

Para los ensayos de compresión, se realizaron 9 probetas con el diseño del concreto 175 kg/cm² y 9 probetas con el diseño del concreto 210kg/cm², teniendo en cuenta que 3 probetas para la ruptura a los 7 días, 3 probetas a 14 días y 3 probetas para los 28 días de ambos diseños.

De este procedimiento, se logró obtener como resultado lo que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 17

Resultados de los ensayos a la compresión en laboratorio con RECA

Descripción de la muestra	Días de curado	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Resistencia a la compresión Promedio Kg/cm ²
Fc 175 kg/cm ²	7	187	187
		185	
		190	
	14	219	214
		213	
		212	
28	234	236	
	237		
	238		
Fc 210 kg/cm ²	7	227	230
		229	
		235	
	14	285	250
		280	
		187	
28	274	277	
	287		
	272		

Fuente: Elaboración propia

Para saber la resistencia del reforzamiento con fibra de carbono, se realizará los ensayos correspondientes a compresión, lo cual nos ayudará en poder determinar si el diseño del reforzamiento con fibra de carbono para una columna mejora de una manera efectiva. Para los ensayos de compresión, se realizarán de igual manera con 9 probetas con el diseño del concreto 175 kg/cm² y a cada uno de ellos se le reforzará con la fibra de carbono, así mismo teniendo en cuenta que a los 7

días se reforzará 1 probeta con una vuelta con fibra de carbono, la 2 probeta con dos vueltas y la 3 probeta con 3 vueltas, así mismo será a los 14 y 28 días.

Tabla 18

Resultados de los ensayos a la compresión en laboratorio con REFICA

Descripción de la muestra	Días de curado	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Resistencia a la compresión Promedio Kg/cm ²
Fc 175 kg/cm ² Con Fibra de Carbono	7	357	350
		360	
		335	
	14	379	386
		390	
		391	
	28	406	424
		433	
		436	

Fuente: Elaboración propia

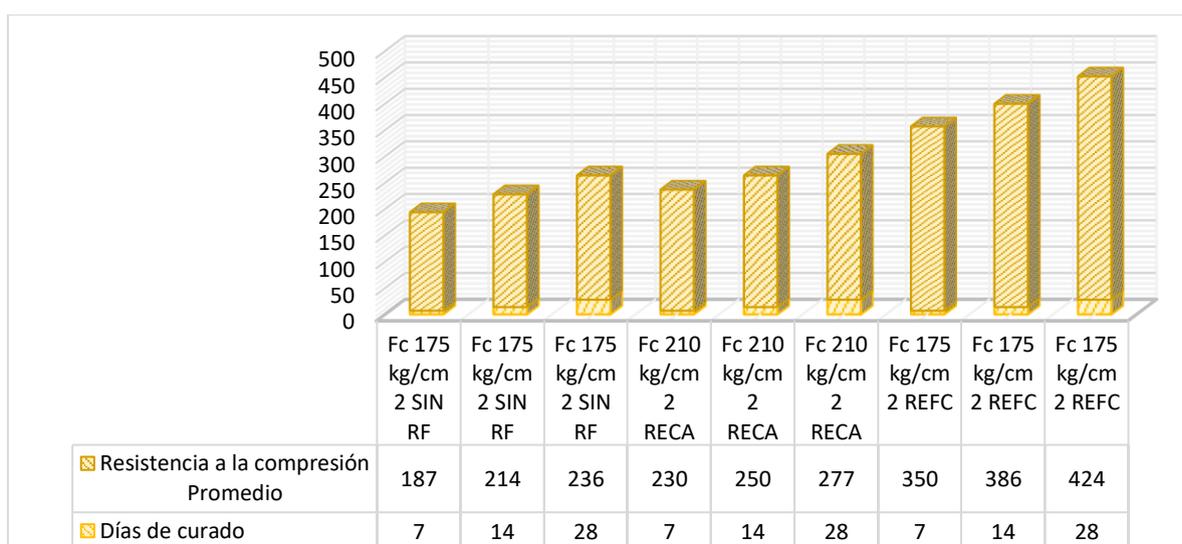


Figura 17

Resistencia a compresión sin reforzamiento y los dos reforzamientos

Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede observar el crecimiento de cada reforzamiento que se aplica a un diseño de 175 kg/cm² sin reforzamiento, ya que con un reforzamiento de concreto armado a los 28 días tiene una resistencia promedio de 277 kg/cm², y por el reforzamiento de fibra de carbono a los 28 días tiene una resistencia promedio de 424 kg/cm².

Contrastación de hipótesis específica 2

HE2. Existen diferencias significativas en los resultados de la resistencia a la compresión en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

En cuanto los resultados del ensayo a la compresión de los dos reforzamientos de el de concreto armado a los 28 días es de 277 kg/cm² y en fibra de carbono a los 28 días es de 424 kg/cm²

OE3: Existen diferencias significativas en tiempo de ejecución entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Respecto a la diferencia del tiempo de ejecución de los dos métodos de reforzamiento se muestra en la tabla 19.

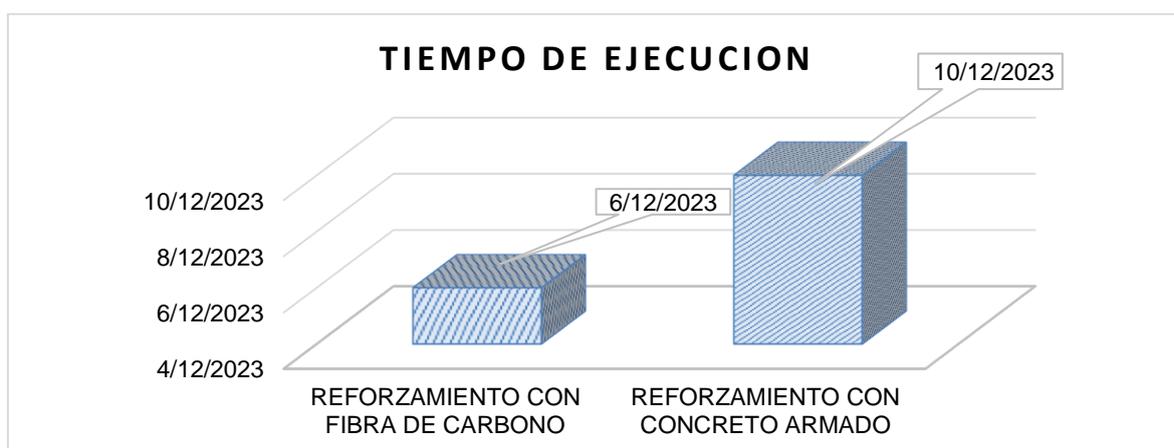


Figura 18

Tiempo de ejecución de los dos reforzamientos

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Tiempo de ejecución de cada reforzamiento

REFORZAMIENTO	COLUMNA	ALTURA	DIAS	VARIACION
REC	C-1	2.70 m	7 días	33%
RFC	C-2	2.70 m	3 días	

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar en las tablas y figuras, el tiempo que estaría tomando del proceso constructivo del reforzamiento del concreto armado es de 7 días, mientras que el proceso constructivo del reforzamiento con fibra de carbono estaría tomando un total de 3 días, lo que implica que, el proceso constructivo del reforzamiento con fibra de carbono sería más favorable en cuanto al tiempo ejecución.

Contrastación de hipótesis específica 3

HE3. Existen diferencias significativas en tiempo de ejecución entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

En cuanto el tiempo de ejecución del reforzamiento del concreto es mucho mayor que el reforzamiento de fibra de carbono, por lo tanto se menciona en los resultados mostrados.

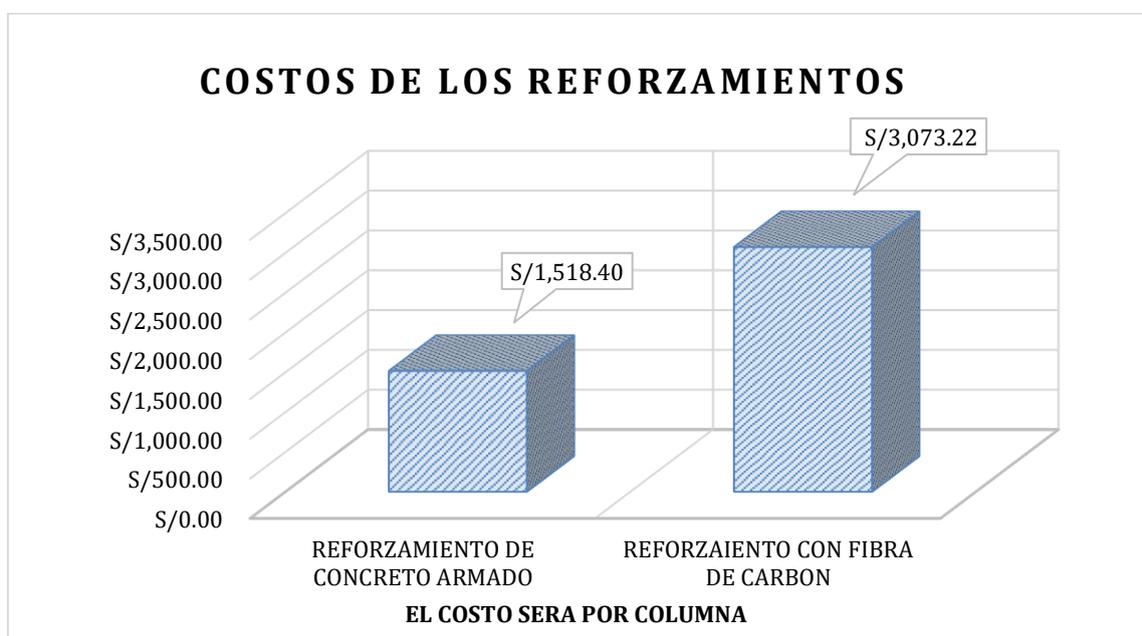
OE4: Determinar cuál es la diferencia en costos entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Tabla 20*Comparación presupuestal de ambos reforzamientos*

	MODELO 2	MODELO 3	VARIACION
	MONTO (S/)	MONTO (S/)	RECA RESPECTO AL REFC
COSTO DIRECTO	1,169.80	2,367.66	1,197.86
UTILIDAD (10%)	116.98	236.766	
SUB TOTAL	1,286.78	2,604.43	50%
IGV (18%)	231.620	468.80	
PRESUP. TOTAL	S/ 1,518.40	S/ 3,073.22	S/ 1,554.82

Fuente: Elaboración propia

Si le incluimos el 10% de utilidad y el 18% de IGV, el presupuesto total estaría ascendiendo a S/ 1,518.40 para un reforzamiento con concreto armado, y S/ 3,073.22 para un reforzamiento con fibra de carbono, teniendo una variación de S/ 1,554.82, el cual, en términos porcentuales estaría siendo una diferencia del 50% más caro que el reforzamiento anterior.

**Figura 19***Costos de los dos tipos de reforzamientos**Fuente: Elaboración Propia*

Se observa en la tabla que, el reforzamiento del concreto armado tiene un costo directo de S/ 1,169.80 soles por una columna de (35 x 45), mientras que el reforzamiento de la fibra de carbono tiene un costo directo de S/ 2,367.66 por una columna de (15 x 25), teniendo una variación de S/ 1,197.86.

Contrastación de hipótesis específica 4

HE4. Existen diferencias significativas en costos entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023

Respecto a la diferencia de costos de los dos reforzamientos.

La diferencia en los costos tanto del reforzamiento del concreto armado y del reforzamiento de la fibra de carbono , se verifica que el costo de la fibra de carbono para realizar una ejecución es dos veces mas que el reforzamiento con concreto armado, lo cual es decir que el reforzamiento del concreto armado es mas económico .

OG: Determinar cuál de los diseños es el más óptimo al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Tabla 21

Resumen de características del reforzamiento de concreto armado

Características	Resultado
Comportamiento	Distorsión X-X 0.0063 Y-Y 0.00049
Resistencia	277 kg/cm ²
Tiempo de ejecución	7 días
Costos	S/ 1,518.40

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 22*Resumen de características del reforzamiento con fibra de carbono*

Características	Resultado
Comportamiento	Distorsión X-X 0.0017 Y-Y 0.00027
Resistencia	424 kg/cm ²
Tiempo de ejecución	3 días
Costos	S/ 3,073.22

Fuente: *Elaboración Propia*

En la tabla 21 y 22 como se observa, al analizar en cuanto a optimalidad los dos tipos de reforzamiento; se logra inferir que ambos presentan diferentes beneficios, sin embargo, en cuanto al comportamiento que asumen al ser reforzadas, se aprecia que los resultados son similares, no obstante, al reforzar las columnas con fibra de carbono, esta resultará ser más factible en cuanto al tiempo de ejecución, y en cuanto a resistencia, aportando mayor capacidad de carga, así como mayor ductilidad, permitiéndole tener mayor capacidad ante una deformación, sin embargo, resultó incurriendo en mayor inversión, la cual, podría verse compensada en la rapidez con que volvería a funcionar la vivienda, por tanto, emplear la fibra de carbono se considera como la opción más óptima para reforzar las columnas del inmueble.

Contrastación de hipótesis general

HG. Existen diferencias significativas en optimalidad al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.

Al realizar estos dos tipos de reforzamientos para las columnas se muestra que tenemos un resultado positivo ya que trabajan de la misma manera y la diferencia es en sus comportamientos de cada uno de ellos, y estando dentro de los establecidos por la norma E.030.

V. DISCUSIÓN

De los resultados se logró concluir que, si existen variaciones entre el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023, puesto que, ambos tipos de reforzamiento mostraron cierta diferencia en cuanto a su comportamiento estático, desplazamiento y distorsión, sin embargo, ambos trabajar bien si tomamos como base la Normativa de Sismo-resistencia, encontrándose dentro de los lineamientos establecidos.

En este sentido, se logró coincidir con la investigación efectuada por En este sentido, también se concuerda con Quispe (2021), quienes, tras analizar la vivienda multifamiliar de Santa Anita, también demostraron que, si necesitaba un reforzamiento estructural, demostrando que ambos tipos de reforzamiento muestran un comportamiento adecuado frente a una situación sísmica, sin embargo, cada uno funciona distinto dependiendo del tipo de falla en la estructura

Del mismo modo se concuerda con Torres (2019) quien demostró que ambos tipos de reforzamiento lograron cumplir con su función de restituir la capacidad de carga que se tenía en un inicio, sin embargo, la fibra de carbono logró aportar en mayor medida en la capacidad de carga de las vigas, así como en la ductilidad permitiéndole tener mayor capacidad de deformación.

También se concuerda con Guillermo y Silva (2019), quienes demostraron que ambos tipos de reforzamiento logran cumplir con los requerimientos estructurales en relación a las nuevas sobrecargas que presenta el inmueble, por tanto, a pesar de que las diferencias son mínimas, el comportamiento es similar.

Finalmente, se coincide con los resultados encontrados por Gaspar y Guerrero (2020), quienes demostraron que ambas técnicas son viables para el reforzamiento de la estructura, sin embargo, al reforzar con fibras de carbono, se observó que esta mostró menor peso sísmico, así como también se observó que los desplazamientos a través de esta técnica fueron superiores en un 20% en

comparación con el concreto armado.

Así mismo le logró concluir que, si existen diferencias significativas en los resultados de la resistencia a la compresión, puesto que, al reforzar con concreto armado se alcanzó una resistencia a los 28 días de 290 kg/cm², mientras que al reforzar con fibra de carbono en las columnas se alcanzó una resistencia de 450 kg/cm², por tanto, reforzar con fibra de carbono las columnas de la vivienda unifamiliar ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho sería la mejor opción.

En este sentido, se logró coincidir con la investigación efectuada por Pérez y Auquilla (2022) quienes al comparar el reforzamiento con acero estructural y el reforzamiento con fibra de carbono en una edificación del Ecuador, lograron demostrar que, la fibra de carbono muestra ser 10 veces más resistente que el reforzamiento con concreto armado, además de ser un material liviano, flexible, y de instalación rápida

Molina, et al., (2022), también alcanzó resultados similares, logrando demostrar que, al emplear la fibra de carbono en el reforzamiento de las estructuras si logra optimizar la capacidad de carga, pero al mismo tiempo, se logra alargar su vida útil, por tanto, se cuerda con la afirmación del investigador al concluir que, la fibra de carbono si trae grandes beneficios en las propiedades mecánicas del concreto, logrando incrementar su resistencia al ser aplicada.

También se concuerda con estudios nacionales como los efectuados por Estrada y Yoplac (2019), quienes demostraron que, al reforzar las vigas con fibras de carbono, la capacidad a la flexión y a la cortante se incrementa, razón por la cual se asume que, si cumple con lo estipulado en las normativas y especificaciones técnicas, no alterando el dimensionamiento, ni la distribución.

Sin embargo, se discrepa con Tudela (2019), quien demostró que el reforzamiento con concreto armado aporta más resistencia que el reforzamiento con fibra de carbono, resultados que no concuerdan con los del presente estudio.

En cuanto al tercer específico se logró concluir que, si existen diferencias significativas en cuanto a tiempo de ejecución, esto debido a que, el reforzamiento por concreto armado toma un aproximado de 7 para su ejecución, mientras que el reforzamiento con fibra de carbono en las columnas de la vivienda unifamiliar, toman un aproximado de 3 días para ejecutarlo, por tanto, la mejor opción en cuanto a tiempo sería reforzar con fibra de carbono, ya que los habitantes de la vivienda podrían volver en menos tiempo a habitarla.

En este sentido, se logró coincidir con la investigación efectuada por Tudela (2019), quienes demostraron que, el reforzamiento con fibra de carbono se ejecuta en un tiempo menor a comparación del concreto armado, por tanto, la mejor alternativa para reforzar las columnas es a través de la fibra de carbono, puesto que brinda mayores ventajas en cuanto a tiempo de ejecución y proceso constructivo.

También se concuerda con Guillermo y Silva (2019), quienes demostraron que reforzar las vigas y columnas con concreto armado demandó de 65 días para su ejecución, mientras que, al reforzar con fibra de carbono, el tiempo de ejecución fue solo de 20 días; por tanto, reforzar con concreto armado demanda más tiempo que el otro tipo de reforzamiento.

También se concuerda con Guillermo y Silva (2019), quienes demostraron que el reforzamiento con fibra de carbono resulto requiriendo menor tiempo para su ejecución en comparación con el reforzamiento con concreto armado, razón por la cual, en términos de tiempo, la fibra de carbono es la mejor opción.

Sin embargo, se discrepa con García, et al., (2021), quienes concluyeron que, reforzar las estructuras con concreto armado es la mejor opción, debido a que se efectúa con mayor rapidez, resultado que no guarda relación con lo experimentado en el presente estudio, ya que se logró comprobar que el proceso de reforzamiento de este tipo por lo general, suele tomar mas tiempo en su ejecución.

Finalmente, se coincide con los resultados encontrados por Gaspar y Guerrero (2020), quienes demostraron que, en cuanto a tiempo, el reforzamiento con fibra de carbono resultó siendo más práctico, demandando de mayor tiempo el reforzamiento con concreto armado.

Referente al cuarto específico se concluyó que, si existen diferencias significativas en costos, puesto que, al reforzar con concreto armado, el presupuesto los costos totales estarían ascendiendo a S/ 1,518.40, mientras que al reforzar las columnas con fibras de carbono el presupuesto asciende a S/ 3,073.22, teniendo una variación de S/ 1,554.82, el cual, en términos porcentuales estaría siendo una diferencia del 50%; por tanto, la opción más económica para reforzar estaría siendo el reforzamiento con concreto armado.

En este sentido, se logró coincidir con la investigación efectuada por Pérez y Auquilla (2022) quienes al comparar el reforzamiento con acero estructural y el reforzamiento con fibra de carbono en una edificación del Ecuador, lograron demostrar que, en cuanto a costos, el reforzamiento con acero es más módico, resultado que guardo gran similitud con la investigación de Torres (2019) quien también demostró que el reforzamiento con malla de fibra de carbono incrementó en un 61.91%, mientras que el reforzamiento por método de tensores externos fue mayor, por tanto, en cuanto a costos el reforzar con mallas de fibra de carbono resulta siendo la opción más apropiada debido a que requiere menor inversión.

Del mismo modo se concuerda con Tudela (2019), quienes demostraron que, el reforzamiento con fibra de carbono resultó siendo más costosa, sin embargo, permite ganar espacio. Así como también se concuerda con Estrada y Yoplac (2019), quienes demostraron que, al reforzar las vigas con fibras de carbono resulta ser un 10% más económico que el reforzamiento tradición con concreto armado.

También se concuerda con Guillermo y Silva (2019), quienes demostraron que el reforzamiento con concreto armado resultó siendo más económico, implicando un presupuesto de S/ 401,778, mientras que reforzar con fibra de carbono requirió de S/ 561,012; por tanto, la opción más módica es el reforzar con concreto armado.

Finalmente, se coincide con los resultados encontrados por Gaspar y Guerrero (2020), quienes demostraron que, en cuanto a costos, reforzar con concreto armado resultó siendo más módico, sin embargo, la fibra de carbono presenta otros beneficios.

Por tanto, se pudo concluir que, si existen diferencias significativas en cuanto a optimalidad al comparar un reforzamiento con el otro; si bien es cierto, ambos presentan diferentes beneficios, pero su comportamiento es similar, no obstante, al reforzar las columnas con fibra de carbono, esta resultará ser más factible en cuanto al tiempo de ejecución, y en cuanto a resistencia, aportando mayor capacidad de carga, así como mayor ductilidad, permitiéndole tener mayor capacidad de deformación, sin embargo, resultó incurriendo en mayor inversión, la cual, podría verse compensada en la rapidez con que volvería a funcionar la vivienda, por tanto, emplear la fibra de carbono se considera como la opción más óptima para reforzar las columnas del inmueble.

En este sentido, se logró coincidir con la investigación efectuada por Pérez y Auquilla (2022) quienes concluyeron que ambos tipos de reforzamiento presentan sus características propias, presentando distintos beneficios y desventajas, sin embargo, considera que la opción más adecuada es el empleo del acero como refuerzo.

Del mismo modo se concuerda con Ospina y López (2019), quienes demostraron que, al reforzar con concreto armado, la capacidad y la rigidez se incrementan, sin embargo, los tiempos de ejecución son muy largos, y los costos altos, no obstante, la estética termina siendo muy buena, y el efecto de durabilidad crece; y en cuanto al reforzamiento con polímeros reforzados de fibra de carbono demostraron que, la capacidad se incrementa, pero la rigidez no, siendo los tiempos de ejecución cortos, y los costos moderados, no obstante, la estética termina siendo baja, y el efecto de durabilidad se vuelve moderado, por tanto, concluyeron que reforzar con fibra de carbono resulta traer grandes beneficios, razón por la cual se considera óptimo y efectivo.

Así mismo se concuerda con estudios nacionales como los efectuados por Estrada y Yoplac (2019), quienes demostraron que, reforzar con fibras de carbono constituye la mejor alternativa para reforzar las estructuras de las vigas de un edificio multifamiliar, siendo considerada como la mejor propuesta en cuanto a lo técnico y económico, dándole a la estructura del edificio mayor durabilidad y resistencia.

En este sentido, también se discrepa con Quispe (2021), quienes demostraron que, el reforzamiento con concreto armado es el más recomendado por su rigidez, debido a que la fibra de carbono, al ser flexible, no logra brindar la rigidez necesaria a los elementos estructurales, por tanto, consideró que el reforzamiento más óptimo es concreto armado.

También se concuerda con Guillermo y Silva (2019), quienes demostraron que a pesar de que el concreto armado logra incurrir en menores costos, la fibra de carbono muestra mayores beneficios en cuanto a tiempo de ejecución, resistencia, y comportamiento, razón por la cual la consideran como la óptima para reforzar las columnas.

Sin embargo, se discrepa con García, et al., (2021), quienes concluyeron que, reforzar las estructuras con concreto armado es la mejor opción, debido a que implica menos costos y su ejecución se efectúa con mayor rapidez, permitiéndole a la estructura poseer mayor resistencia.

Finalmente, se coincide con los resultados encontrados por Gaspar y Guerrero (2020), quienes lograron concluir que, si existen diferencias entre ambos tipos de reforzamiento, sin embargo, el más óptimo es emplear la fibra de carbono.

VI. CONCLUSIONES

Posteriormente de haber realizado el DPI se concluye lo siguiente:

- 6.1 Se concluye que, el reforzamiento con concreto armado, se observa que la distorsión máxima de las derivas en el eje X-X 0.0063 y en el eje Y-Y 0.00049, de igual manera para el reforzamiento con fibra de carbono, se observa que la distorsión máxima de las derivas en el eje X-X 0.0017 y en el Y-Y 0.00027, lo cual el comportamiento del reforzamiento de fibra de carbono es menor al comportamiento del reforzamiento de concreto armado.
- 6.2 Se logro concluir que, al reforzar con fibra de carbono tiene una mejor resistencia a 424 kg/cm², a comparación del otro reforzamiento, por lo tanto, reforzar con fibra de carbono, obtendrá buenos resultados en la vivienda.
- 6.3 Se logró concluir que, el reforzamiento de fibra de carbono obtiene un mejor tiempo de ejecución a comparación del reforzamiento de concreto armado, la mejor opción será el reforzamiento de fibra de carbono, ya que los habitantes de la vivienda podrían volver en menos tiempo a su vivienda.
- 6.4 Se concluyó que, los costos entre el reforzamiento de concreto armado y reforzamiento de fibra de carbono, el cual, en términos porcentuales estaría siendo una diferencia del 50%; por tanto, la opción más económica para reforzar estaría siendo el reforzamiento con concreto armado.
- 6.5 Se concluye que, el diseño con fibra de carbono es el óptimo, para un reforzamiento en las columnas, ya que tiene un mejor comportamiento y es muy eficaz para las columnas, y de mismo modo en cuanto a su tiempo de ejecución será más favorable para el propietario.

VII. RECOMENDACIONES

Posteriormente de haber realizado el DPI se recomienda lo siguiente.

- 7.1 Se recomienda que antes de realizar el diseño de reforzamientos, se deberá emplear los reglamentos y las normativas peruanas, para que así podamos corroborar los desplazamientos máximos, distorsiones máximas, lo cual nos ayudara de forma satisfactoria para poder diseñar las columnas, de acuerdo con lo requerido o cuyas observaciones que se presente.
- 7.2 Se recomienda hacer uso del reforzamiento en las columnas, con fibra de carbono, ya que, al emplear este reforzamiento puede aumentar su resistencia hasta 424 kg/cm² y se estaría evitando demoler la vivienda, y así mismo favorecerá al propietario.
- 7.3 Se recomienda al propietario de la vivienda, si desea realizar un reforzamiento con fibra de carbono podría optar por este método, ya que los trabajos se realizarán a corto plazo y podrán obtener buenos resultados con el material de la fibra de carbono, además de tener una mayor durabilidad, este método es más rápido y eficaz que el reforzamiento por concreto armado
- 7.4 Si se trata de ahorrar o el propietario no cuenta con mucho presupuesto se recomienda hacer el reforzamiento de concreto armado, ya que, la inversión sería menor a comparación del uso de fibra de carbono, que si bien es cierto el reforzamiento cumple mayor durabilidad.
- 7.5 Finalmente se recomienda que, si el propietario quiere tener un mayor rendimiento en sus columnas y que la ejecución del proyecto sea rápido y eficaz, se recomienda hacer uso de la fibra de carbono pese a que el presupuesto que va a invertir será mayor, pero sus columnas serán mejor reforzadas, así también mejor durabilidad y en el tiempo de ejecución será favorable para la vivienda.

REFERENCIAS

- ABNT 6118 (2014). Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, Brazil: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Aceros Arequipa (2022). Construye seguro. Manual de maestro constructor. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>
- Aceros Arequipa (2022). Manual de Construcción para Maestros de Obra. <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf>
- ACI 318 (2014). Building code requirements for structural concrete and commentary. Farmington Hills, MI, USA: American Concrete Institute.
- Akyazi, A.; Álvarez, I.; Alberdi, E.; Oyarbide, A.; Goti, A.; y Bayon, F. (2020). Skills Needs of the Civil Engineering Sector in the European Union Countries: Current Situation and Future Trends. *Revist Applied Sciences*, 10(7226), 2-24. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/20/7226/pdf>
- Alaskar, A., Albidah, A., Saeed, A., Alyousef, R., & Mohammadhosseini, H. (2020). Performance evaluation of high-strength concrete reinforced with basalt fibers exposed to elevated temperatures. *Journal of Building Engineering*, 35(102108). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102108>
- Al-Rousan, R. (2020). Optimum Endurance Time of Reinforced Concrete One Way Slab Subjected to Fire. *Procedia Manufacturing*, 44, 520-527. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.260>
- Arias, J. (2020). Métodos de investigación online. Herramientas digitales para recolectar datos. <https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2237/1/AriasGo>

[nzales MetodosDeInvestigacionOnline libro.pdf](#)

- Arias, J. (2020). Proyecto de tesis. Guía para la elaboración. Perú: Arias González, José Luis. Recuperado de: https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2236/1/AriasGonzales_ProyectoDeTesis_libro.pdf
- Arias, J.; & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. https://www.researchgate.net/publication/352157132_DISENO_Y_METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION
- AS 3600 (2009). Concrete structures. Canberra, AS, Australia: Standards Association of Australia.
- Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (2023). Vivienda asequible en América Latina y el Caribe. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2023/08/vivienda-asequible-en-america-latina-y-el-caribe/>
- Bolina, F., Gil, A., Fernandes, B., Hennemann, G., Gonçalves, J., & Tutikian, B. (2020). Influence of design durability on concrete columns fire performance. Journal of Materials Research and Technology, 9(3), 4968-4977. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.03.015>
- BS 8500 (2015). Concrete: complementary British Standard to BS EN 206 - method of specifying and guidance for the specifier. London, BSI, UK: British Standards Institution.
- Buch, S., & Sharma, U. (2019). Empirical model for determining fire resistance of Reinforced Concrete columns. Construction and Building Materials, 225, 838-852. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.183>

- Castillo, C., Castillo, J., Placencia, P., Hernández, L., Herrera, M., & Gómez, C. (2022). Reforzamiento estructural en viviendas adosadas mediante recubrimiento de mampostería con malla electrosoldada y mortero. Gaceta Técnica, 23(2), 53-69. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica232.5>

- CEMEX (2023). Resistencia. https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados

- Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES (2022). Guía práctica para reforzar viviendas en laderas. <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2022/11/Guia-Practica-de-Reforzamiento-de-Viviendas-en-Laderas.pdf>

- Choe, G., Kim, G., Kim, H., Hwang, E., Lee, S., Son, M., & Nam, J. (2020). Influence of amorphous metallic fibers on spalling properties of high-strength concrete exposed to high temperature. Construction and Building Material, 263(120711), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120711>

- Cohen, N.; y Gómez, G. (2019). Metodología de la investigación, ¿Para qué? La producción de los datos y los diseños. Editorial Teseo. https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf

- Diario Gestión (2021). Ejecutivo alista propuesta para reducir riesgos en viviendas construidas sin asistencia técnica. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/ejecutivo-alista-propuesta-para-reducir-riesgos-en-viviendas-construidas-sin-asistencia-tecnica-noticia/>

- Diario Gestión (26 de mayo del 2019). Sismo: Mapa con las zonas de más alto riesgo en Lima. <https://gestion.pe/peru/sismo-mapa-zonas-alto-riesgo-lima-268164-noticia/?ref=gesr>

- El Peruano (25 de agosto del 2021). IGP advierte que Lima es la zona con mayor acumulación de energía sísmica. <https://elperuano.pe/noticia/127611-igp->

[advierde-que-lima-es-la-zona-con-mayor-acumulacion-de-energia-sismica#:~:text=24%2F08%2F2021%20Lima%20es,Geof%C3%ADsico%20del%20Per%C3%BA%20\(IGP\).](#)

- EN 206-1 (2015). Concrete - specification, performance, production and conformity. Brussels, CEN, Belgium: European Committee for Standardization.
- Estrada, M.; y Yoplac, J. (2019). Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz breña - Lima 2019. [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma, Lima]. Repositorio de la Universidad Ricardo Palma. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2645/TESIS%20DE%20REFORZAMIENTO_ESTRADA%20%20YOPLAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Federación Interamericana del Cemento (FICEM). (2018). Suelo – Cemento 1ª. Parte. Recuperado de <https://ficem.org/>
- Frías, D. (2021). Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida. Universidad de Valencia. España. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Galindo, H. (2020). Estadística para no estadísticos. Una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L. <https://doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2020.59>
- García, L.; Palacios, J.; Escobar, A., y Zambrano, L. (2021). Análisis Estructural y propuesta de reforzamiento del edificio de Facultad de Ciencias Humanísticas de la Universidad Técnica de Manabí. Revista Riemat, 6 (1), 15-25. <https://doi.org/10.33936/riemat.v6i1.3686>

- Gaspar, M.; y Guerrero, M. (2021). Análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo, Lima]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72417>

- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). RECIMUNDO, 4 (3), 163 - 173. doi:10.26820/recimundo/4. (3). julio.2020.163-173

- Guillermo, A.; y Silva, S. (2019), Evaluación y diseño de dos propuestas de reforzamiento para vigas y columnas de concreto armado en una edificación de hotel. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima]. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628230/Guillermo_TA.pdf?sequence=3

- Guo, Z., Zhuang, C., Li, Z., & Chen, Y. (2020). Mechanical properties of carbon fiber reinforced concrete (CFRC) after exposure to high temperatures. Composite Structures, 256(2), 1-14. doi:10.1016/j.compstruct.2020.113072

- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

- Herrera, C.; Granizo, O.; y Herrera, M. (2020). Importancia de las técnicas e instrumentos de recopilación de datos en la investigación jurídica. Instituto de investigaciones jurídicas, 23, 433-498. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6350/26.pdf>

- Instituto Geofísico del Perú (2021). Generación de escenarios sísmicos para Lima Metropolitana-Acantilados de la Costa Verde. Informe Técnico N°018-2021/IGP-Ciencias de la tierra sólida.
<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/5037>

- IS 456 (2000). Plain and reinforced concrete. New Delphi, IS, India: Indian Standard.

- Mar, C.; Barbosa, A.; y Molar, J. (2020). Metodología de la investigación. Métodos y técnicas. México: Patria Educación.
https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_M%C3%A9todo/e5otEAAAQBAJ?hl=es-419&qbpv=1

- Mastali, M.; Dalvand, A.; and Sattarifard, A. (2017). The impact resistance and mechanical properties of the reinforced self-compacting concrete incorporating recycled CFRP fiber with different lengths and dosajes. Journal Composites Part B: Engineering, 112(1), 74-92.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.12.029>.

- Mejía, C.; Sierra, L.; Arboleda, S.; y Zuluaga, U. (2021). Evaluación técnica del potencial cementante de arcillas provenientes de los residuos de la construcción y la demolición. Revista Tecnológicas, 24 (52), 1 - 25.
<https://doi.org/10.22430/22565337.2038>

- Ministerio de Salud (2023). Instituto nacional de salud del niño San Borja. Plan de contingencia ante sismo de gran magnitud seguido de tsunami 2023.
<https://www.insnsb.gob.pe/docs-trans/resoluciones/archivopdf.php?pdf=2023/PC%20SISMO%20GRAN%20MAGNITUD.1F.pdf>

- Ministerio de Vivienda (2016). Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú. Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi.
<https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/MINISTERIOS/M>

[anual%20para%20la%20Reduccion%20del%20Riesgo%20Sismico%20de%20Viviendas%20en%20el%20Peru.pdf](#)

- Ministerio del Ambiente (2021). Informe nacional sobre el estado del ambiente 2014-2019. https://sinia.minam.gob.pe/inea/wp-content/uploads/2021/07/INEA-2014-2019_red.pdf
- Molina, D.; Pérez, L.; & Gómez, V. (2022). Análisis de la resistencia del concreto mejorado con carbono. *Formación Estratégica*, 3(01), 16–31. Recuperado a partir de <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/72>
- Mucha, L. F., Chamorro, R., Oseda, M. E., & Alania, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos*, 12(1), 50–57. <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>
- Municipalidad de Lima (2021). Plan de contingencia ante sismo de gran magnitud seguido de tsunami de la provincia de Lima 2021 – 2023. Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres. https://www.munlima.gob.pe/images/PC_Ante_Sismo_y_Tsunami_MML-V_11-5-2021_-Vfinal_VB-SDC.pdf
- Muñoz, A. (2020). Comentarios a la Norma E.0.30 Diseño Sismo resistente. Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISE%91O_SISMORRESISTENTE.pdf
- Norma Técnica Peruana 339.034 (2008). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

- Norma Técnica Peruana E.030 (2019). Diseño sismo resistente (modifican la norma técnica E.030 diseño sismo resistente del reglamento nacional de edificaciones. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1/> https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf

- Norma Técnica Peruana E.060 (2019). Propuesta de norma E.060 concreto armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

- Olivera, G. y Serrano, O. (2022). Vivienda en México, un problema de calidad, de habitabilidad, del barrio y de la ciudad: variantes a la medición del rezago. Revista estado y políticas públicas, (19), 143-171. https://revistaeypp.flacso.org.ar/files/revistas/1667932268_143-171.pdf

- OSCE (2023) Contratación de obras públicas. Material para el participante. https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/libro_cap3_obras.pdf

- OSCE (2023). El expediente técnico de obra. Logro de aprendizaje. Identifica los principales componentes del expediente técnico. https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/Capacidades/Capacitacion/Virtual/curso_contratacion_obras/ppt_cap3_obras.pdf

- Ospina, E.; y López, J. (2019). Efectividad de las técnicas de revestimiento más comunes para el reforzamiento de columnas de concreto reforzado. [Tesis de especialidad, Universidad de Antioquia, Colombia]. Repositorio de la Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15806/1/LopezJonathan_2019_RevestimientoReforzamientoColumnas.pdf

- Pérez, C.; y Auquilla, M. (2022). Estudio comparativo sobre el comportamiento de columnas y vigas de hormigón armado con y sin reforzamiento de fibra de carbono, de una estructura existente. [Tesis de especialidad, Universidad del Azuay, Ecuador]. Repositorio de la Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12369/1/17896.pdf>

- Polanía, C.; Cardona, F.; Castañeda, G.; Vargas, I.; Calvache, O.; y Abanto, W. (2020). Metodología de investigación cuantitativa & cualitativa aspectos conceptuales y prácticos para la aplicación en niveles de educación superior. <https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/596/LIBRO%20METODOLOGI%CC%81A%20DE%20INVESTIGACIO%CC%81N%20CUALITATIVA%20Y%20CUANTITATIVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quispe, A., Pinto, D., Huamán, M., Bueno, G., & Valle, A. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, 13(1), 78-83. <https://dx.doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.131.627>

- Quispe, J. (2021). Análisis comparativo entre reforzamiento por encamisado en concreto armado y fibra de carbono para una Vivienda Multifamiliar, Santa Anita 2021. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo, Lima]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66812>

- Raza, S., Khan, M. K., Menegon, S. J., Tsang, H. H., & Wilson, J. L. (2019). Strengthening and Repair of Reinforced Concrete Columns by Jacketing: Stateof-the-Art Review. Sustainability, 11(11), 3208. <https://doi.org/10.3390/su11113208>

- Raza, S., Khan, MKI, Menegon, SJ, Tsang, H.-H. y Wilson, JL (2019). Refuerzo y reparación de columnas de hormigón armado mediante revestimiento: revisión del estado del arte. Sostenibilidad, 11 (11), 3208. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/su11113208>

- Reyes, E. (2022). Metodología de la Investigación Científica. (n.p.): Page Publishing, Incorporated.
https://www.google.com.pe/books/edition/Metodologia_de_la_Investigacion_Cientifi/SmdxEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

- Ryu, E., Kim, H., Chun, Y., Yeo, I., & Shin, Y. (2019). Effect of heated areas on thermal response and structural behavior of reinforced concrete walls exposed to fire. Engineering Structures, 207, 1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110165>

- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 13(1), 102-122. Doi:
<https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

- Sánchez, H. (2020). Antologías para el estudio y la enseñanza de la ciencia política. La metodología de la ciencia política.
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/18.pdf>

- Secretaría del Hábitat (2022). ¿Qué debes hacer si detectas deficiencias constructivas en tu vivienda?
<https://www.habitatbogota.gov.co/prensa/noticias/debes-hacer-si-detectas-deficiencias-constructivas-tu-vivienda>

- Serrano, J. (2020). Metodología de la Investigación. 1er semestre Bachillerato General. Edición Gamma. Recuperado de:
https://books.google.com.pe/books?id=XnnkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- SikaWrap (2020). Tejido de Fibra de carbono unidireccional de alta resistencia para reforzamiento estructural. <https://dom.sika.com/es/construccion/reparacion-y-reforzamiento/reforzamiento-estructuralfibrasdecarbono/sikawrap-301-c.html>

- Silva, R. J. C., Muniz, M. B. S., Silva Júnior, F. E. S. da, Lima, É. M. F., & Araújo, C. V. dos S.. (2019). Experimental analysis of reinforced concrete beams strengthened with steel bars and epoxy structural adhesive. Revista ALCONPAT, 9(1), 65-78. Epub 29 de septiembre de 2020.<https://doi.org/10.21041/ra.v9i1.213>.

- Talal, M., & Arsalan, R. (2020). Influence of carbon nano fibers (CNF) on the performance of high strength concrete exposed to elevated temperatures. Construction and Building Materials, 268, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121108>

- Tavera, F. (13 de julio de 2022). Sismos: ¿qué es el Cinturón de Fuego del Pacífico y dónde se localiza? El comercio. <https://elcomercio.pe/respuestas/link-cronograma-retiro-afp-fechas-para-el-registro-de-solicitud-y-como-hacer-el-retiro-de-afp-2022-asociacion-de-afp-sbs-rmmn-emcc-noticia/>

- Tavera, H. (22 de octubre de 2021). Perú, un país altamente sísmico. El peruano. <https://elperuano.pe/noticia/131730-peru-un-pais-altamente-sismico>

- Torres, J. (2019). Evaluación teórica del reforzamiento externo a Cortante en vigas de concreto reforzado deterioradas por corrosión en los estribos. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, México]. Repositorio de la Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://eprints.uanl.mx/17928/1/1080288688.pdf>

- Tudela, M. (2022). Análisis comparativo entre el encamisado de concreto armado y el uso de CFRP como métodos de reforzamiento estructural en columnas. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/23914/TUDELA_LAURA_MARCELL_ANALISIS_COMPARATIVO_ENCAMISADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Xiong, B.; Wang, Z.; Wang, C.; Xiong, Y.; & Cai, C. (2019). Effects of short carbon fiber content on microstructure and mechanical property of short carbon fiber reinforced Nb/Nb₅Si₃ composites. *Journal Intermetallics*, 106(1), 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2018.12.010>.
- Zavala, C. (2018). Vivienda reforzada, vida segura. Guía técnica para reducir el riesgo de viviendas en laderas. Programa: “Reducción del riesgo en áreas vulnerables del distrito de Independencia, provincia de Lima”. <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2018/11/Guia-tecnica-para-reducir-la-vulnerabilidad-de-viviendas-en-laderas.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

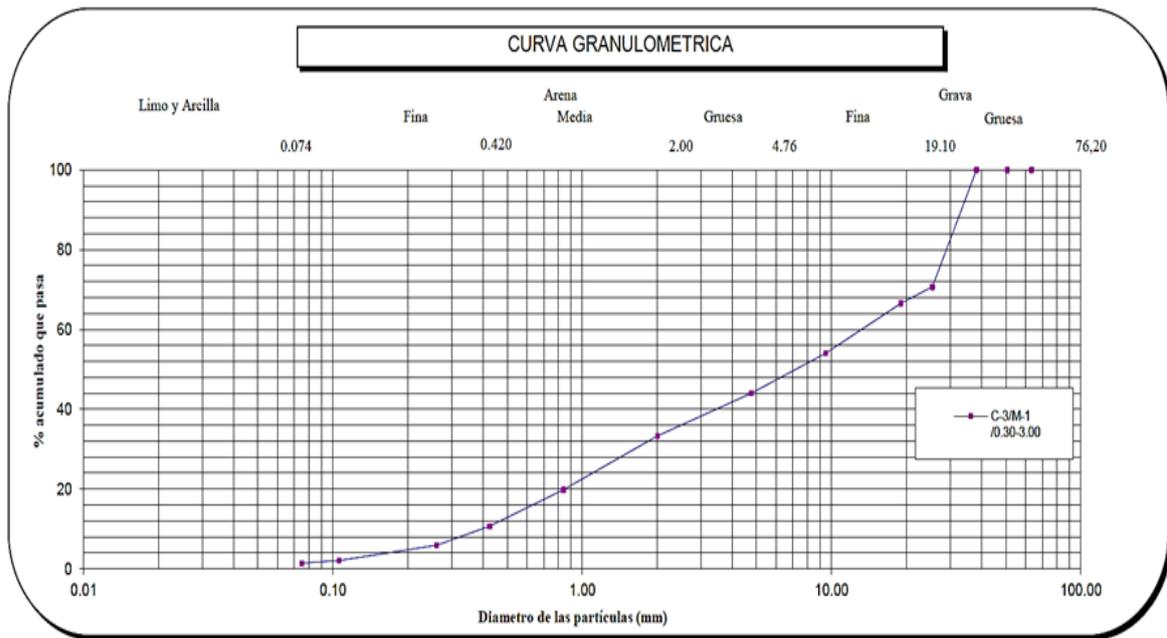
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema principal PG: ¿Cuál de los diseños es el más óptimo al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?	Objetivo general OG: Determinar cuál de los diseños es el más óptimo al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	Hipótesis general HG: Existen diferencias significativas en optimalidad al comparar un reforzamiento por concreto armado y un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	Reforzamiento por concreto armado	Comportamiento	Modelado en ETABS - comportamiento estático Modelado en ETABS - desplazamiento Modelado en ETABS - comportamiento distorsión	ENFOQUE: Cuantitativo TIPO INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL: DISEÑO: Experimental MÉTODO: Hipotético deductivo	DE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación de campo ▪ Observación de laboratorio ▪ Ensayo de diamantina ▪ Ensayo de laboratorio ▪ Uso del software Etabs
Problemas específicos: PE1 ¿Cómo varía el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?	Objetivos específicos: OE1: Determinar cómo varía el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	Hipótesis específicas: HE1: Existen variaciones significativas en el comportamiento del reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.		Resistencia a la compresión	Ensayo de diamantina Ensayo a compresión – 7 días Ensayo a compresión – 14 días Ensayo a compresión – 28 días			
PE2 ¿En que se diferencian los resultados de la resistencia a la comprensión en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?	OE2: Determinar en que se diferencian los resultados de la resistencia a la comprensión en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	HE2: Existen diferencias significativas en los resultados de la resistencia a la comprensión en un reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.		Tiempo de ejecución	Cronograma de ejecución			
				Diferencia en costos	Mano de obra Materiales Equipos			
PE3 ¿Qué diferencia en tiempo de ejecución existe entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?	OE3: Existen diferencias significativas en tiempo de ejecución entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	HE3: Determinar qué diferencia tiempo de ejecución existe entre el reforzamiento por concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	Reforzamiento con fibra de carbono	Comportamiento	Modelado en ETABS - comportamiento estático Modelado en ETABS - comportamiento desplazamiento Modelado en ETABS - comportamiento distorsión			<ul style="list-style-type: none"> • Observación de campo • Observación de laboratorio • Ensayo de diamantina • Ensayo de laboratorio • Uso del software Etabs
PE4 ¿Cuál es la diferencia en costos entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023?	OE4: Determinar cuál es la diferencia en costos entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.	HE4: Existen diferencias significativas en costos entre el reforzamiento con concreto armado en comparación a un reforzamiento con fibra de carbono en columnas de una vivienda en San Juan de Lurigancho, 2023.		Resistencia a la compresión	Ensayo de diamantina Ensayo a compresión – 7 días Ensayo a compresión – 14 días Ensayo a compresión – 28 días			
				Tiempo de ejecución	Cronograma de ejecución			
				Diferencia en costos	Mano de obra Materiales Equipos			

Anexo 2. Operacionalización de las variables

Operacionalización de la variable reforzamiento por concreto armado

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Reforzamiento por concreto armado	Raza, et al., (2019) describió el reforzamiento con concreto armado como un tipo de reforzamiento que se basa en brindar una mejoría y mayor capacidad estructural al inmueble en intervención, el cual, pasara por diversos cambios en las estructuraciones, sufriendo ampliaciones, incrementos en el peso y en la fuerza.	Este tipo de reforzamiento se efectuará mediante la creación de un encamisado sobre la estructura, reforzándola parcialmente mediante la adición del hormigón armado, luego de lo cual se obtendrá el crecimiento de la mayoría de los elementos determinados, ya sean vigas o columnas, todo ello en base a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente; por tanto será operacionalizada mediante las evaluaciones que se efectuarán en laboratorio, las cuales, permitirán conocer las propiedades mecánicas y físicas del concreto armado, y haciendo uso del programa ETABS, se efectuará el diseño y modelado.	Comportamiento	Modelado en ETABS - comportamiento estático Modelado en ETABS - comportamiento desplazamiento Modelado en ETABS - comportamiento distorsión	ENFOQUE: Cuantitativo TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL: Descriptivo - comparativo DISEÑO: Experimental MÉTODO: Hipotético deductivo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación de campo ▪ Observación de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayo de diamantina ▪ Ensayo de laboratorio ▪ Uso del software Etabs
			Resistencia a la compresión	Ensayo de diamantina Ensayo a compresión – 7 días Ensayo a compresión –14 días Ensayo a compresión – 28 días			
			Tiempo de ejecución	Cronograma de ejecución			
			Diferencia en costos	Mano de obra Materiales Equipos			
Reforzamiento con fibra de carbono	SikaWrap (2020) precisó que la fibra de carbono constituye ser un tejido de fibra de gran resistencia, empleado para efectuar reforzamientos en estructuras de concreto armado, madera y mampostería, razón por la cual, su uso contribuye a mejorar la flexibilidad, resistencia y durabilidad. Su aplicación contribuye a prevenir las deformaciones causadas por situaciones sísmicas, mitiga los daños que puedan surgir por explosión en las estructuras, contribuye a mejorar el desempeño sísmico, es un sustituto a falta de acero, incrementa la ductilidad y resistencia en las columnas, mejora la capacidad de carga, disminuyendo errores en el diseño o construcción.	Este tipo de reforzamiento se efectuará mediante la adición de la fibra de carbono para obtener un material con mayor ventaja de refuerzo estructural, dándole mayor resistencia al ser combinada con el acero, todo ello en base a la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente; por tanto será operacionalizada mediante las evaluaciones que se efectuarán en laboratorio, las cuales, permitirán conocer las propiedades mecánicas y físicas de la fibra de carbono, y haciendo uso del programa ETABS, se efectuará el diseño y modelado.	Comportamiento	Modelado en ETABS - comportamiento estático Modelado en ETABS - comportamiento desplazamiento Modelado en ETABS - comportamiento distorsión	ENFOQUE: Cuantitativo TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL: Descriptivo - comparativo DISEÑO: Experimental MÉTODO: Hipotético deductivo	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de campo • Observación de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de diamantina • Ensayo de laboratorio • Uso del software Etabs
			Resistencia a la compresión	Ensayo de diamantina Ensayo a compresión – 7 días Ensayo a compresión –14 días Ensayo a compresión – 28 días			
			Tiempo de ejecución	Cronograma de ejecución			
			Diferencia en costos	Mano de obra Materiales Equipos			

ANEXOS 3. Curva granulométrica de suelo.



ANEXO 4. Extracción del material del terreno para los ensayos de mecánica del suelo





16 set. 2023 17:57:45
Jirón Bartolome Herrera
Perú



16 set. 2023 17:57:24
Jirón Bartolome Herrera
Perú



16 set. 2023 18:01:37
Jirón Bartolome Herrera
Perú



16 set. 2023 18:01:04
Jirón Bartolome Herrera
Perú



ANEXO 5. Muestra del ensayo de la diamantina





ANEXO 6. Ensayo de diamantina de dos columnas de la vivienda existente



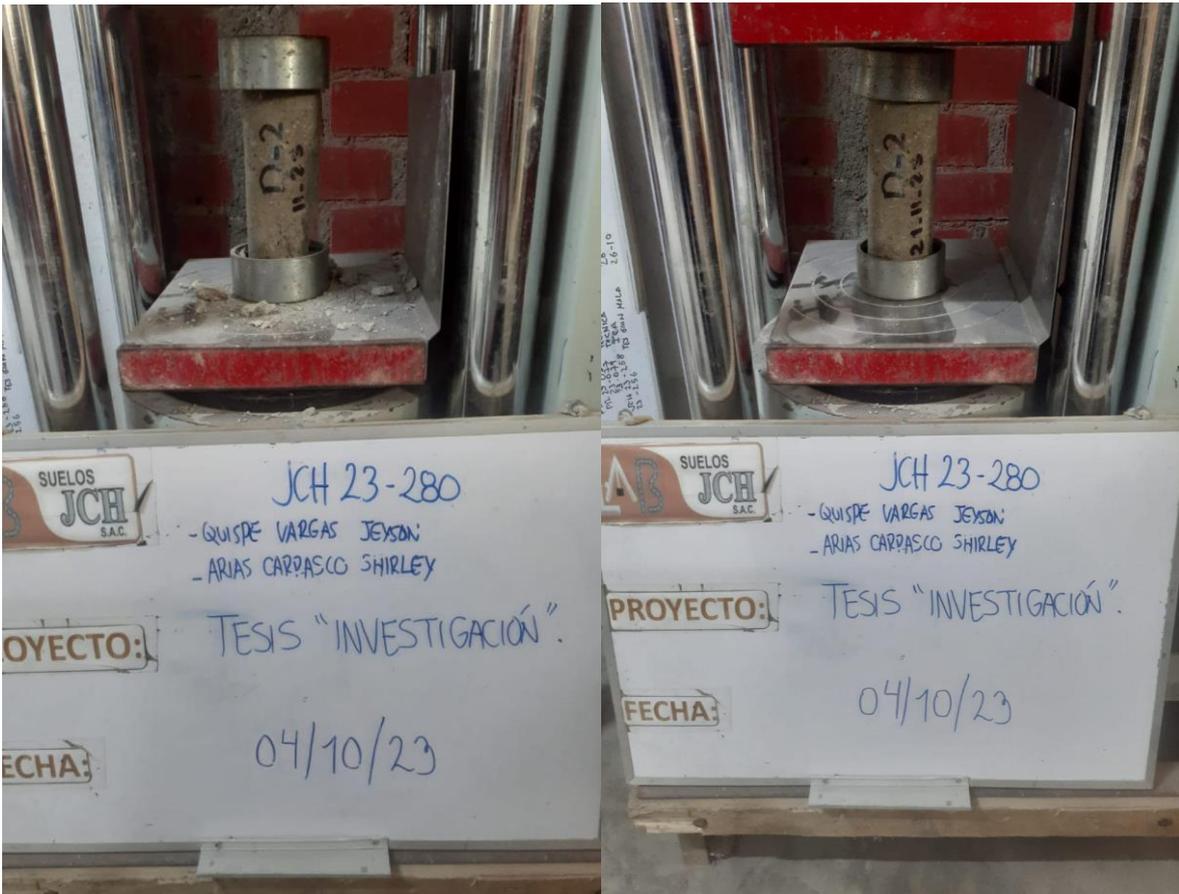
ANEXO 7. Escaneo de acero en la columna C-1



ANEXO 8. Escaneo de acero en la columna C-2



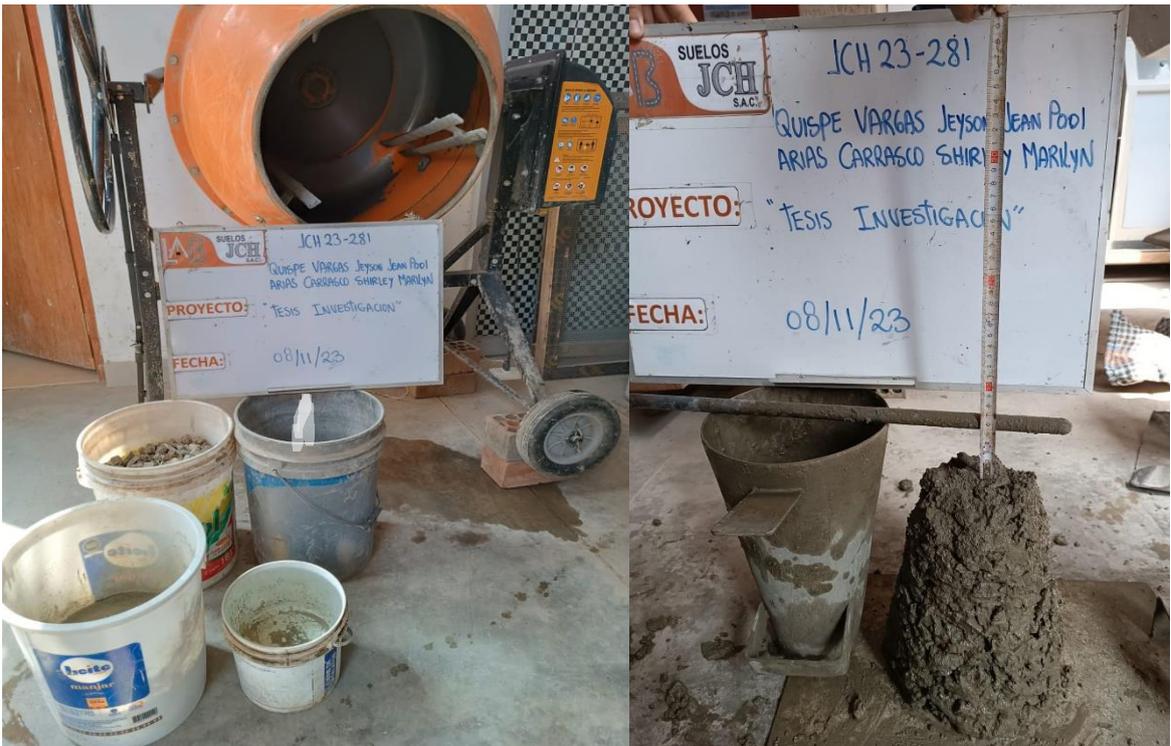
ANEXO 9. Ensayo a compresión de la diamantina D-1 y D-2



ANEXO 10. Compra del material de la fibra de carbono y los aditivos



ANEXO 11. Diseño de mezcla de 175 kg/cm² y de 210 kg/cm²



ANEXO 12. Vaciado de los dos diseños de mezcla



ANEXO 13. Curado después del vaciado de las probetas al día siguiente



ANEXO 14. 9 probetas del diseño de concreto de 210 kg/cm² y 18 probetas de 175 kg/cm² lo cual 9 probetas de 175 kg/cm² serán reforzadas con fibra de carbono.



ANEXO 15. Probetas que serán sometidas a compresión a los 7, 17 y 28 días



ANEXO 16. Reforzamiento con fibra de carbono con los productos requeridos que se necesita



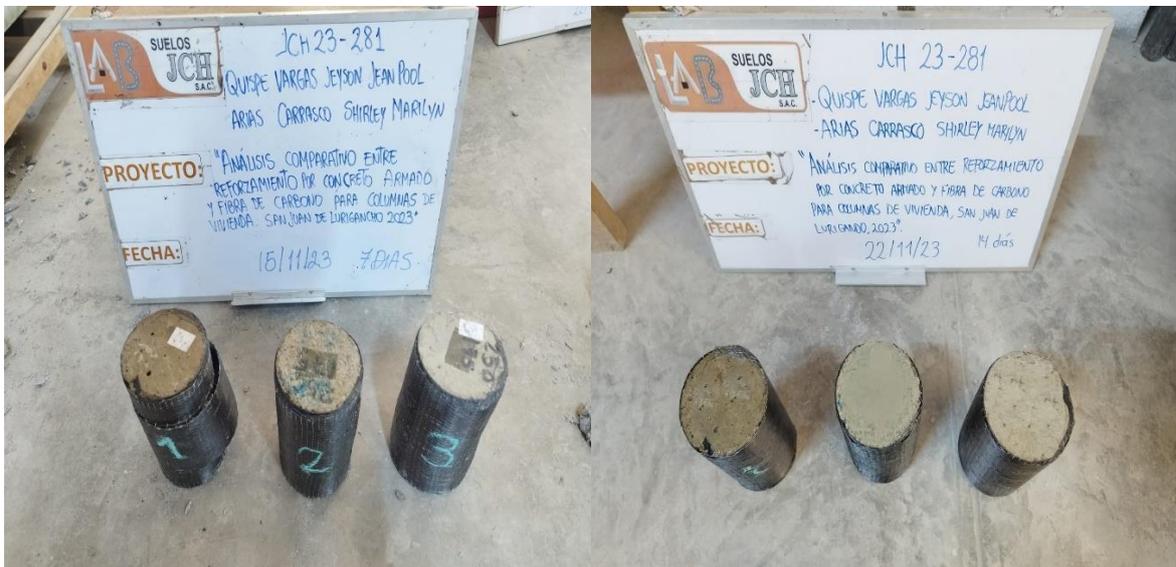
ANEXO 17. Resistencia a compresión del diseño del concreto 175 kg/cm²



ANEXO 18. Resistencia a compresión del diseño del concreto 210 kg/cm²



ANEXO 19. Resistencia a compresión del diseño del concreto 175 kg/cm² con fibra de carbono y 210 kg/cm² para concreto armado.





ANEXO 20. Se realiza un desgaste de las probetas antes de realizar el refuerzo con la fibra de carbono



ANEXO 21. Proceso del sellado del primer aditivo con mezclando el tipo A + B para sellar los poros y dejarlo secar por un promedio de 2 horas, de igual forma se realizara el mismo proceso para los 14 y 28 días.



ANEXO 22. Proceso de reforzamiento a los 7 días, con fibra de carbono para 1,2 y 3 capas, de mismo modo se realizará para las probetas de 14 y 28 días, con el aditivo Universal mezclando el tipo A+B}



ANEXO 23. Tabla de masas

Define Mass Source

Mass Definition

From Self and Specified Mass

From Loads

From Self and Specified Mass and Loads

Define Mass Multiplier for Loads

Load	Multiplier
DEAD	1
DEAD	1
LIVE	0.25

Add

Modify

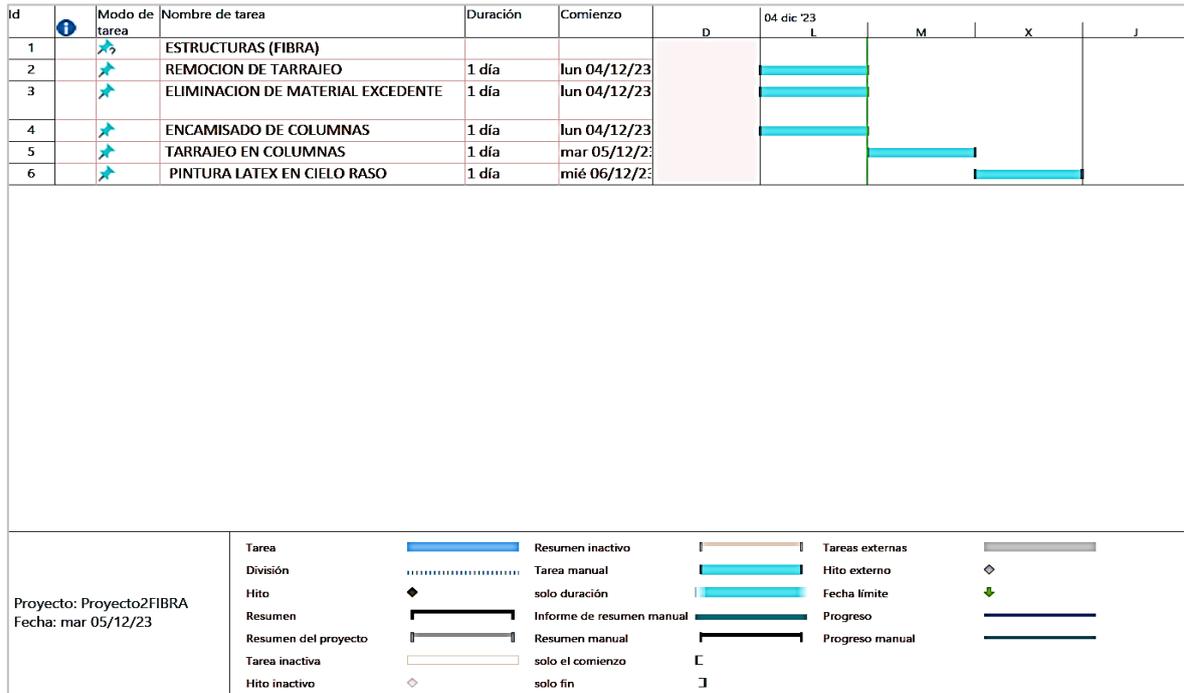
Delete

Include Lateral Mass Only

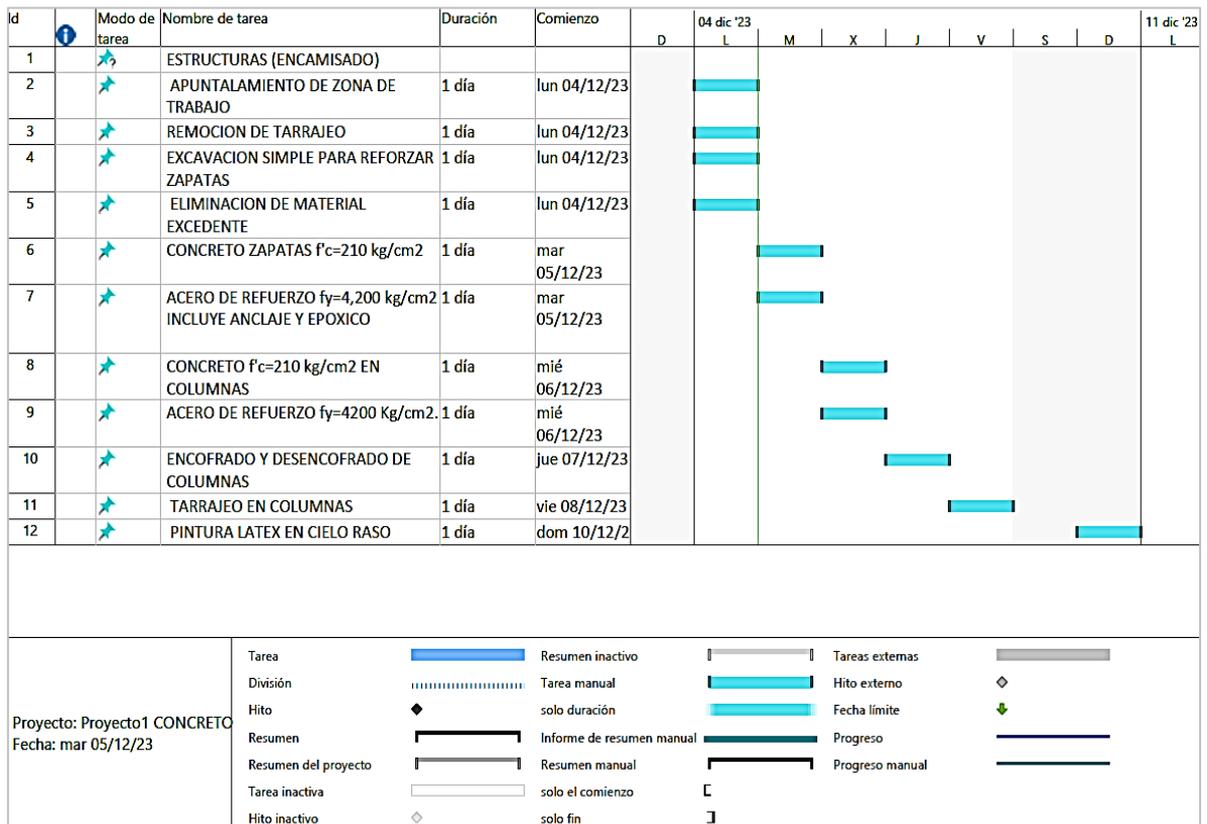
Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

ANEXO 24. Cronograma de tiempo de ejecución de un reforzamiento de fibra de carbono



ANEXO 25. Cronograma de tiempo de ejecución de un reforzamiento de concreto armado



ANEXO 25. Presupuesto del reforzamiento del concreto armado

S10		Presupuesto		Página 1	
Presupuesto	0102010	REFORZAMIENTO DE CONCRETO ARMADO			
Subpresupuesto	001	Estructura		Costo al	01/12/2023
Cliente	S10 S.A.C.				
Lugar	LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				223.49
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				174.34
01.01.2001	APUNTALAMIENTO DE ZONA DE TRABAJO	m	13.00	12.52	162.76
01.01.2002	REMOCION DE TARRAJEO	m2	1.33	8.71	11.58
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				43.18
01.02.2001	EXCAVACION SIMPLE PARA REFORZAR ZAPATAS	m3	1.20	35.98	43.18
01.03	RELLENO				5.97
01.03.2001	TARRAJEO EN COLUMNAS	m2	0.12	27.71	3.33
01.03.2002	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	0.16	16.48	2.64
02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				946.31
02.01	ZAPATAS				383.69
02.01.2001	CONCRETO ZAPATAS $f_c=210$ kg/cm ²	m3	1.20	231.11	277.33
02.01.2002	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² INCLUYE ANCLAJE Y EPOXICO	kg	43.06	2.47	106.36
02.02	COLUMNAS				393.96
02.02.2001	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN COLUMNAS	m3	0.16	276.73	44.28
02.02.2002	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ² .	kg	43.06	4.77	205.40
02.02.2003	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	3.46	41.70	144.28
02.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				168.66
02.03.2001	TARRAJEO EN COLUMNAS	m2	2.52	27.71	69.83
02.03.2002	PINTURA LATEX EN CIELO RASO	m2	2.52	39.22	98.83
	Costo Directo				1,169.80
SON : UN MIL CIENTO SESENTINUEVE Y 80/100 NUEVOS SOLES					

ANEXO 27. Presupuesto del reforzamiento de fibra de carbono

S10		Presupuesto		Página 1	
Presupuesto	0102010	REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBON			
Subpresupuesto	001	Estructura		Costo al	12/01/2023
Cliente	S10 S.A.C.				
Lugar	LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO				
Item	Descripción	Und.	Metrad	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				46.78
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				43.62
01.01.01	REMOCION DE TARRAJEO	m2	1.33	32.80	43.62
01.02	RELLENO				3.16
01.02.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	0.16	19.78	3.16
02	CONFINAMIENTO DE COLUMNAS				2,320.88
02.01	ENCAMISADO DE COLUMNAS	m2	3.46	615.24	2,128.73
02.02	REVOQUES Y ENLUCIDOS				192.15
02.02.01	TARRAJEO EN COLUMNAS	m2	2.52	41.42	104.38
02.02.02	PINTURA LATEX EN CIELO RASO	m2	2.52	34.83	87.77
	Costo Directo				2,367.66
SON : DOS MIL TRESCIENTOS SESENTISIETE Y 66/100 NUEVOS SOLES					

ANEXO 26. Informe de mecánica de suelo

ING. FRANCISCO CCOYLLO VALENTE
CONSULTOR EN INGENIERIA CIVIL
francisfcv@gmail.com

Whatsapp: +51 987 848 377

INFORME TECNICO

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CON FINES DE CIMENTACIÓN**

- PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO
POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO
PARA COLUMNAS DE VIVIENDA, SAN JUAN DE
LURIGANCHO 2023
- LUGAR** : MZ C7 LOTE 42, MARISCAL CACERES – DISTRITO
SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROV. Y DPTO. DE LIMA
- SOLICITA** : SR. JEYSON JEAN POOL VARGAS
SRTA. SHIRLEY MARILYN ARIAS CARRASCO


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

SETIEMBRE 2023

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
PARA EL PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR
CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA,
SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023**

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objetivo del Estudio

El presente informe tiene por objeto efectuar el Estudio de Suelos con fines de cimentación para el proyecto: Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Este estudio se realizó a solicitud del Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas y la Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco.

El programa de trabajo realizado ha consistido en:

- Reconocimiento del terreno.
- Ubicación de la calicata.
- Registro y Muestreo de la calicata.
- Toma de muestras alteradas
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Elaboración del perfil estratigráfico
- Análisis de la cimentación.
- Conclusiones y recomendaciones.

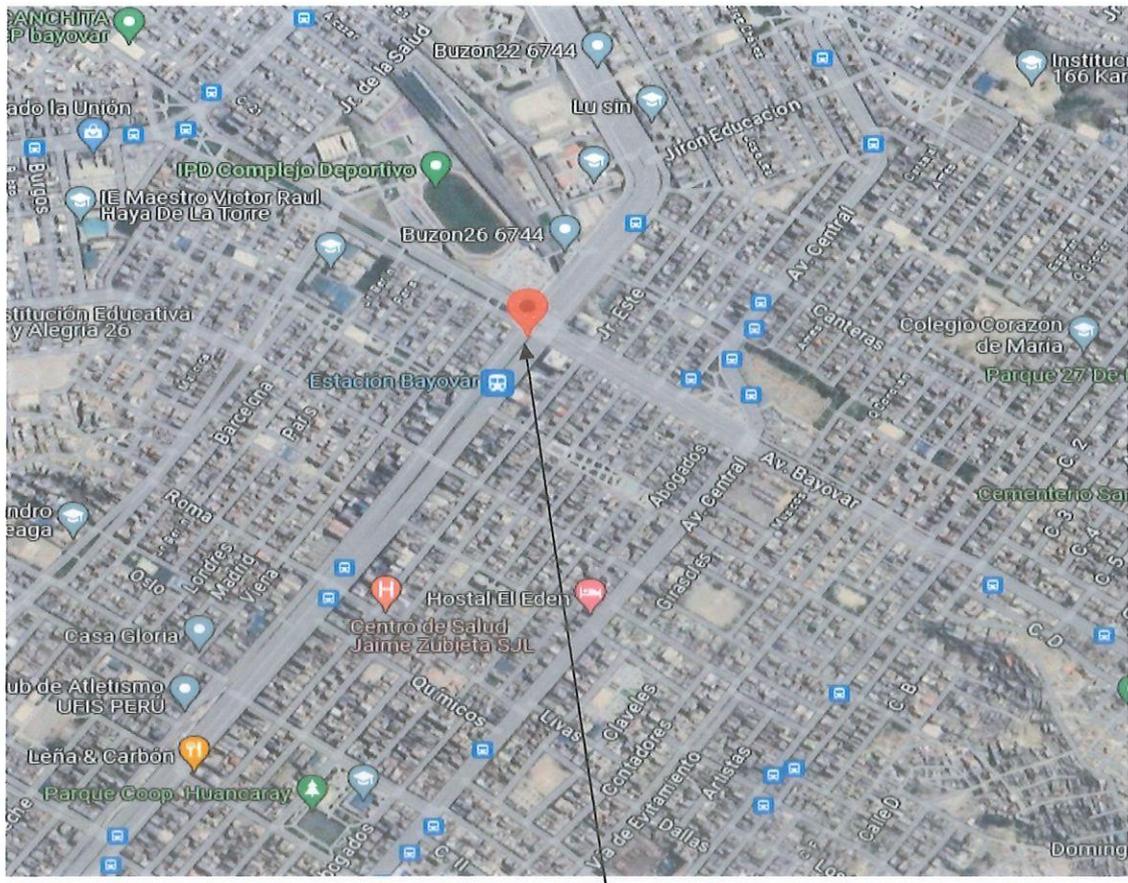
1.2 Ubicación y Descripción del Terreno

El Distrito de SAN JUAN DE LURIGANCHO se encuentra ubicado en el Cono Norte de Lima Metropolitana, tiene como límites:

- a. Por el Norte con los distritos de Carabayllo.
- b. Por el Oeste con el distrito de Comas e Independencia.
- c. Por el Oeste con el distrito de Comas e Independencia.
- d. Por el Este con el distrito de Lurigancho

El área del terreno en estudio se encuentra situado en la Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Ver Plano PG-01 en anexo. El área del terreno es de 90.00 m² de extensión superficial, actualmente existe una construcción en su interior.


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672



Ubicación del terreno en estudio

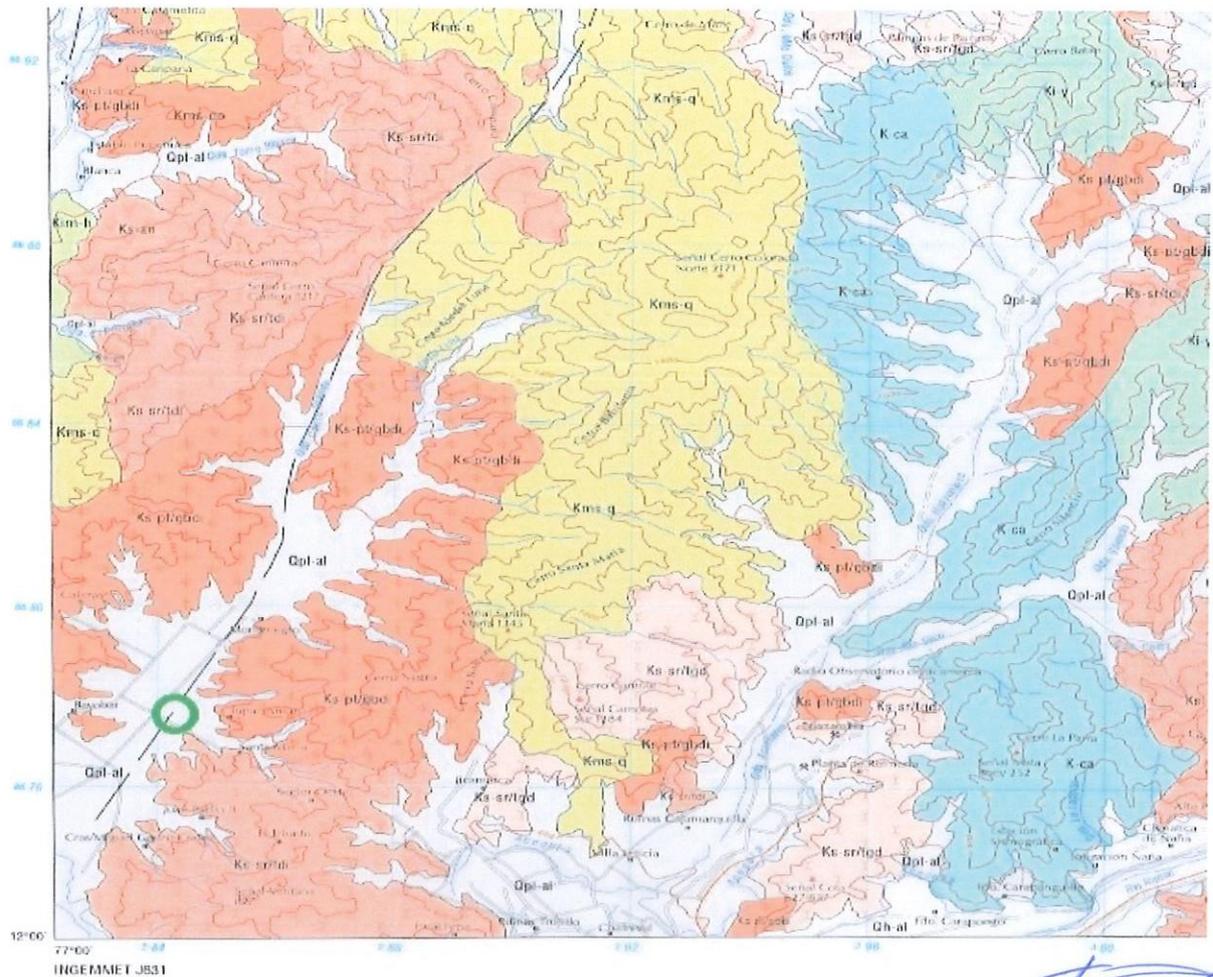
2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geología

El área del terreno en estudio se encuentra en la ciudad de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. De acuerdo al Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chosica (hoja 24-J, Boletín N° 43 del INGEMET), el cual está constituido por materiales heterogéneos de gravas, cantos y boleas de forma angulosas y sub angulosa de matriz arenosa. Los estratos de este cono ó abanico aluvial pertenecen al cuaternario Pleistocénico (Qpl-al). De la estratigrafía encontrada se identificaron hasta la profundidad de exploración de 3.00 m la grava pobremente gradada con arena (GP).

La geodinámica externa de la zona en estudio no presenta mayor peligro, en cuanto a la geodinámica interna se deberá tener en cuenta el ambiente sismo tectónico, por ubicarse el área en una zona altamente sísmica.


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672



Francisco Ccoyllo Valente

FRANCISCO
 CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672.

LEYENDA

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITOESTRATIGRAFÍA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Dep. aluviales	Qh-al		
		PLEIS-TOCENA	Dep. aluviales	Qpl-al		
			Dep. glaciares	Qpl-gl		
	TERCIARIO	SUPERIOR	Volc. Huarochiri	Ts-hu	Diorita	Ts-di
			Volc. Millotingo	Ts-m	Andesita	Ts-a
		INFERIOR	Volc. Colqui	Ti-co	Riolita	Ts-r
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Gpo. Rimac	Ti-ri		
			Volc. Quilmaná	Kms-q	SUPER UNIDAD	TIPO DE ROCA
		MEDIO	Volc. Huarangal	Kim-h	Granitos	Ks-sr/gr
	INFERIOR	Fm. Atocongo	Ki-al	Santa Rosa	Tonalita-Granodiorita	Ks-sr/tgd
		Fm. Pamplona	Ki-pa	Paccho	Tonalita-Diorita	Ks-sr/tdi
		Gpo. Morro Solar	Ki-y	Paraiso	Tonalita-Diorita	Ks-pa/tdi
JURASICO	Fm. Arahuyay	J-ar	Patap	Gabro-diorita	Ks-pa/tgdi	
			Volc. Yangas	Dolerita	Kms-do	
				Andesita	Ks-an	

2.2 Sismicidad

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030), se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada. Luego tenemos que en base al predominio del suelo bajo la cimentación conformado por el material heterogéneo de cantos y gravas unidos por una matriz de arena, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, los siguientes parámetros:

Factor de zona : $Z = 0.45$

Factor de amplificación del suelo : $S = 1.00$

Periodo que define la Plataforma del espectro : $T_p = 0.40$

Periodo que define el inicio del espectro : $T_L = 2.50$

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: La Norma E-030 – Diseño Sismorresistente

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: La Norma E-030 – Diseño Sismorresistente


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

3.0 TRABAJOS DE CAMPO

3.1 Investigación de Campo

Con la finalidad de determinar las características del subsuelo del área de estudio, se ejecutaron 3 excavaciones a cielo abierto o calicata, para determinar las características del perfil estratigráfico, según como se observa en el plano PG-01.

3.2 Excavación por medio de calicatas

Se ejecutaron en total 3 calicatas o excavaciones a cielo abierto, denominadas C-1, C-2 y C-3.

Cuadro N° 01

CALICATAS	PROF.	Cota
	(m)	(m)
C-1	3.00	+ 0.00
C-2	3.00	+ 0.00
C-3	3.00	+ 0.00

Nota: Se tomó como nivel de referencia la cota +0.00 correspondiente al nivel actual de piso terminado.

3.3 Muestreo y Registros de exploración

Se realizó el registro y exploración de campo de forma manual y visual del perfil del suelo en las calicatas, en los que se indican las diferentes características geotécnicas del suelo, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, compacidad, etc., tal como se pueden observar en el registro estratigráfico y fotos que se adjuntan en el anexo.

4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

De la calicata C-3 se extrajo la muestra alterada representativa del suelo que debidamente identificada se remitió al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos. También se realizó el ensayo de peso unitario mínimo y máximo de suelos, y el ensayo de corte directo en la muestra extraída de la calicata C-3.

También se realizaron ensayos químicos de sulfatos y cloruros en la muestra representativa obtenida de la calicata C-3. Dichos ensayos se realizaron en el laboratorio Gecat Ingeniería SAC.

A continuación se muestra en el cuadro siguiente el resultado del ensayo de laboratorio:

CUADRO N° 2: RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	MUESTRA	PROF.	W%	L.L	L.P	I.P	SUCS	DESCRIPCION
C-3	M-1	0.30 – 3.00	0.75	NP	NP	NP	GP	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA

Donde:

W% : Contenido de humedad
L.L. % : Limite líquido
L.P. % : Limite plástico
I.P. % : Índice plástico



FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

CUADRO N° 3: Peso Unitario Mínimo y Máximo de Suelos

CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	Peso Unitario Mínimo (gr/cm3)	Peso Unitario Máximo (gr/cm3)
C-3	M-1	0.30 – 3.00	1.74	2.01

CUADRO N° 4: Ensayo de Corte Directo

CALICATA	MUESTRA	PROF. (M)	SUCS	DESCRIPCION	ϕ	C
C-3	M-1	0.30 – 3.00	GP	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA	34.5	0.00

CUADRO N° 5: RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)
C-3	M-1	0.30 – 3.00	285.00	180.00

5.0 PERFIL DEL SUELO

En base a la información obtenida de los trabajos de campo se elaboró el plano de ubicación de calicata y el perfil estratigráfico del terreno en base a las 3 calicatas. Ver Plano PG-01.

5.1 Conformación del Subsuelo:

Sector de la calicata C-1

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.10m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, con presencia de tuberías de desagüe, en un espesor de 0.70m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 12".

Sector de la calicata C-2

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.08m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, telas, hilos, en un espesor de 0.42m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 16".

Sector de la calicata C-3

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.10m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, trozos de ladrillo, en un espesor de 0.70m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 15".

Grava (%)= 56.0

Arena (%)= 42.6


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

Finos (%) = 1.4

Nota: No se encontró nivel freático hasta dicha profundidad de exploración.

En base a la geología de la zona y por otros estudios realizados en el distrito y zonas aledañas se afirma que el suelo está conformado por estratos gravosos que continúa en profundidad y en compacidad, aumentado de esta manera su resistencia.

6.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

6.1 Tipo de Cimentación

Dada las características estructurales de la edificación a construir así como la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas, se recomienda utilizar una cimentación superficial tal como zapatas aisladas y cimientos corridos.

6.2 Profundidad de Cimentación

Basado en los trabajos de campo, resultados de laboratorio, perfiles estratigráficos y característica de la estructura a construir, se recomienda que la profundidad mínima de cimentación sea de 1.20m con respecto al nivel actual del piso terminado, apoyándose la cimentación siempre sobre el material de grava pobremente gradada con arena (GP), con un estado de compacidad firme a muy firme.

6.3 Calculo de la Capacidad Portante admisible

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971).

De ensayos de corte directo in situ realizado en este tipo de suelos por diferentes instituciones y empresas privadas como el CISMID y la UNI, se determinó que el ángulo de fricción del suelo de material heterogéneo de cantos y gravas unidos por una matriz de arena varía de 34° a 40°, valores que se han obtenido en la grava de Lima, correspondiendo a un estado de compacidad relativa de firme a muy firme.

A continuación se tiene como referencia los resultados de ensayo de corte directo in situ que fueron recopilados de la Tesis de Maestría "Investigación de la Matriz en las Gravas del Perú Modelo Grava de Ventanilla" capítulo 6.3 Ensayos in situ efectuados, de la Ing. Luisa Shuan Lucas.


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

CORTE DIRECTO IN SITU - ACANTILADO COSTA VERDE

CORONA DE TALUD

ESPECÍMEN	I	II	III
Clasificación	GP	GP	GP
Presión normal(kg/cm ²)	0.50	1.0	1.5
Dimensiones Espécimen (m ³)	0.70x0.70x0.30	0.70x0.70x0.30	0.70x0.70x0.30
Ángulo de fricción interna (ϕ)	39.9°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.55		
Peso Unitario Promedio(gr/cm ³)	2.10		

Ejecución: Laboratorio Geotécnico CISMID

CORTE DIRECTO IN SITU - CRUCE AVS. ABANCAY Y NICOLÁS DE PIÉROLA

ESPECÍMEN	I	II	III
Clasificación	GP	GP-GC	GP-GC
Dimensiones (m ³)	0.70x0.70x0.31	0.70x0.70x0.31	0.70x0.70x0.31
Presión normal(kg/cm ²)	1.148	2.296	3.444
Esfuerzo de corte Máximo(kg/cm ²)	1.461	2.374	2.844
Desplazamiento Máximo (mm)	12.004	6.570	12.962
Ángulo de fricción interna (ϕ)	37°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.60		
Peso Unitario Promedio(gr/cm ³)	2.20		

Ejecución: Laboratorio de Suelos UNI

CORTE DIRECTO IN SITU - CRUCE JIRONES CUSCO Y CAMANÁ

ESPECÍMEN	I	II	III
Clasificación	GP	GP	GP
Dimensiones (m ³)	0.70x0.70x0.31	0.70x0.70x0.31	0.70x0.70x0.31
Presión normal(kg/cm ²)	1.148	2.367	3.444
Esfuerzo de corte Máximo(kg/cm ²)	1.383	2.394	3.313
Desplazamiento Máximo (mm)	13.315	20.53	14.658
Ángulo de fricción interna (ϕ)	40°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.425		
Peso Unitario Promedio(gr/cm ³)	2.20		


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672.

Ejecución: Laboratorio de Suelos UNI

En base a esta referencia y considerando que la cimentación de la estructura se apoyará sobre la grava pobremente gradada con arena (GP), teniendo además en cuenta que del ensayo de corte directo se obtuvo un ángulo de fricción de 34.5° y una cohesión de 0.00 kg/cm², por lo que en base a la información que se tiene y a los trabajos de exploración de campo, se recomienda trabajar con un ángulo de fricción de 34.5° y una cohesión de C=0.00 Kg/cm².

Cohesión : $C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

Angulo de fricción : $\phi = 34.5^\circ$

Según Terzaghi y Peck:

$$q_{ul} = S_c \cdot C \cdot N_c + 1/2 \cdot S_\tau \cdot \delta_1 \cdot B \cdot N_\tau + S_q \cdot \delta_2 \cdot D_f \cdot N_q \dots (1)$$

$$q_{ad} = q_{ul} / F.S.$$

Donde:

$$N_q = e^{\pi \cdot \phi \cdot \tan^2 \phi} (45 + \phi/2)$$

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_\gamma = 2 \tan \phi (N_q + 1)$$

$$S_q = 1 + \tan \phi (B/L)$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 (B/L)$$

$$S_c = 1 + (N_q/N_c) (B/L)$$

Donde:

q_{ul} : = capacidad última de carga en kg/cm^2 .

q_{ad} : = capacidad portante admisible en kg/cm^2 .

F.S. : = factor de seguridad = 3

δ : = peso específico total.

B : = ancho de la zapata o cimiento corrido en mt

D_f : = profundidad de la cimentación.

N_c, N_τ, N_q : = parámetros que son función de ϕ

S_c, S_τ, S_q : = factores de forma según vesic.

C : = cohesión en (kg/cm^2)

Los factores de capacidad de carga se obtendrán a partir de la Figura N° 3.

A) Zapata corrida:

$$C = 0.00 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\phi = 34.5^\circ$$

$$FS = 3$$

$$D_f = 1.20 \text{ m}$$

$$N_c = 44.09$$

$$S_c = 1.00$$

$$B = 0.60 \text{ m}$$

$$N_\tau = 44.40$$

$$S_\tau = 1.00$$

$$\delta_1 = 1.92 \text{ gr/cm}^3$$

$$N_q = 31.30$$

$$S_q = 1.00$$

$$\delta_2 = 1.92 \text{ gr/cm}^3$$

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 9.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 3.26 \text{ kg/cm}^2 \text{ (trabajar con } 3.20 \text{ kg/cm}^2\text{)}$$

B) Zapata cuadrada:

$$C = 0.00 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

$$\phi = 34.5^\circ$$

$$FS = 3$$

$$Df = 1.20 \text{ m}$$

$$Nc = 44.09$$

$$Sc = 1.71$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$N\tau = 44.40$$

$$S\tau = 0.60$$

$$\delta_1 = 1.92 \text{ gr/cm}^3$$

$$Nq = 31.30$$

$$Sq = 1.69$$

$$\delta_2 = 1.92 \text{ gr/cm}^3$$

De (1) se tiene:

$$q_{ul} = 14.72 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ad} = 4.91 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{trabajar con } 3.20 \text{ kg/cm}^2)$$

6.4 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

6.4.1. Asentamientos Inmediatos

El asentamiento inmediato ó instantáneo de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964).

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1-u^2)I_f}{E_s}$$

donde:

S = asentamiento inmediato (cm)

Δq_s = esfuerzo neto transmisible (kg/cm²)

B = ancho de cimentación (cm)

E_s = módulo de Elasticidad (kg/cm²)

u = relación de Poisson

I_f = factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación (Libro de Cimentaciones Superficiales del Dr. Alva Hurtado).

De acuerdo al material encontrado en la zona de estudio, conformado por la grava pobremente gradada con arena (GP), los valores recomendables son:

$$E_s = 1200.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_f = 1.12 \text{ (flexible)}$$

$$u = 0.30$$

$$\Delta q_s = 3.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

Se obtiene:

$$S_i = 0.27 \text{ cm}$$


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

6.4.2 Asentamientos Tolerable

El valor del asentamiento inmediato calculado debe comprobarse si es inferior a los valores limites tolerables. Según la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones E-050, establece que el asentamiento diferencial no debe ser mayor que el calculado para una distorsión (α) angular prefijada, de acuerdo al tipo de estructura, así como la naturaleza del terreno.

Luego para el tipo de estructura proyectado, se espera una distorsión angular de:

$$\alpha = \Delta / L = 1/500 \text{ (Para estructuras que no admiten grietas)}$$

Donde:

Δ = Asentamiento Tolerable en cm (75%)

L = Distancia entre dos columnas

α = Distorsión angular

Luego: para un L= 450cm, entonces:

El asentamiento Tolerable es: $\Delta = 450/500 = 0.90$ cm (75%)

Luego el asentamiento permisible será: 1.20 cm (100%)

Luego se tiene que: 0.27 cm < 1.20 cm OK

El asentamiento instantáneo a producirse es tolerable.



FRANCISCO
 CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672.

7.0 AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (**sulfatos y cloruros** principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar ó presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento respectivamente. Ver Cuadro N° 5 y Cuadro N° 6.

CUADRO N° 6 ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN			
Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 – 1000	Leve	
	1000 - 2000	Moderado	Ocasiona un ataque químico al
	2000 - 20,000	Severo	concreto de la cimentación
	>20,000	Muy severo	
** CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de

			resistencia mecánica por problema de lixiviación
* Comité 318-83 ACI			
** Experiencia Existente			

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de la muestra representativa de suelo obtenida de la calicata C-3, se tiene:

La concentración de sulfatos obtenida en la muestra de suelo es de 180 p.p.m menor que 1,000 p.p.m, lo que indica que el grado de alteración o el ataque al concreto de la cimentación es leve.

La concentración de cloruros obtenida en el suelo es de 285 p.p.m menor que 6,000 ppm, lo que indica que no ocasionara un ataque por corrosión al acero de la cimentación.

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación no contiene concentraciones de sulfatos y cloruros que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto el cemento a usar para la cimentación será el Tipo I, de uso general.


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El presente informe tiene por objeto efectuar el Estudio de Suelos con fines de cimentación para el proyecto: Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023, ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Este estudio se realizó a solicitud del Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas y la Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco.

2.- El área del terreno en estudio se encuentra situado en la Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Ver Plano PG-01 en anexo. El área del terreno es de 90.00 m² de extensión superficial, actualmente existe una construcción en su interior.

3.- Se concluye los siguientes sectores, de acuerdo a las excavaciones realizadas:

Sector de la calicata C-1

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.10m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, con presencia de tuberías de desagüe, en un espesor de 0.70m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 12".

Sector de la calicata C-2

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.08m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, telas, hilos, en un espesor de 0.42m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 16".

Sector de la calicata C-3

Superficialmente se presenta una losa de concreto con un espesor de 0.10m; continúa un material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, trozos de ladrillo, en un espesor de 0.70m; subyace hasta la profundidad de exploración de 3.00m el material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena (GP), poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 15".

Grava (%)= 56.0


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

Arena (%)= 42.6

Finos (%) = 1.4

Nota: No se encontró nivel freático hasta dicha profundidad de exploración.

En base a la geología de la zona y por otros estudios realizados en el distrito y zonas aledañas se afirma que el suelo está conformado por estratos gravosos que continúa en profundidad y en compacidad, aumentado de esta manera su resistencia..

4.- Se recomienda que dada las características estructurales de la edificación a construir así como la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas, se recomienda utilizar una cimentación superficial tal como zapatas aisladas y cimientos corridos.

5.- Se concluye que de ensayos de corte directo in situ realizado en este tipo de suelos por diferentes instituciones y empresas privadas como el CISMID y la UNI, se determinó que el ángulo de fricción del suelo de material heterogéneo de cantos y gravas unidos por una matriz de arena varía de 34° a 40°, valores que se han obtenido en la grava de Lima, correspondiendo a un estado de compacidad relativa de firme a muy firme. (Ver capítulo 6.3 donde se incluyen los cuadros de cortes directos in situ).

En base a esta referencia y considerando que la cimentación de la estructura se apoyará sobre la grava pobremente gradada con arena (GP), teniendo además en cuenta que del ensayo de corte directo se obtuvo un ángulo de fricción de 34.5° y una cohesión de 0.00 kg/cm², por lo que en base a la información que se tiene y a los trabajos de exploración de campo, se recomienda trabajar con un ángulo de fricción de 34.5° y una cohesión de C=0.00 Kg/cm²

6.- Se recomienda que basado en los trabajos de campo, resultados de laboratorio, perfiles estratigráficos y característica de la estructura a construir, se recomienda que la profundidad mínima de cimentación sea de 1.20m con respecto al nivel actual del piso terminado, apoyándose la cimentación siempre sobre el material de grava pobremente gradada con arena (GP), con un estado de compacidad firme a muy firme. **Para una capacidad admisible del suelo de 3.20 kg/cm².**

7.- De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030), se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Alta Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII a IX en la escala Mercalli Modificada. Luego tenemos que en base al predominio del suelo bajo la cimentación conformado por el material heterogéneo de cantos y gravas unidos por una matriz de arena, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

Resistentes, los siguientes parámetros:

Factor de zona	: Z = 0.45
Factor de amplificación del suelo	: S = 1.00
Periodo que define la Plataforma del espectro	: $T_p = 0.40$
Periodo que define el inicio del espectro	: $T_L = 2.50$

8.- Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación no contiene concentraciones de sulfatos y cloruros que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto el cemento a usar para la cimentación será el Tipo I, de uso general.

NOTA:

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores u otros fines.

Lima, Setiembre del 2023

9.0 BIBLIOGRAFIA

- ◆ Norma E-050, Suelos y Cimentaciones 2018.
- ◆ Norma E-030, Diseño Sismoresistente 2016
- ◆ Braja M. Das/ Principios de Ingeniería de Cimentaciones. 4 Edición 1999
- ◆ Rico – Castillo / La Ingeniería de Suelos, Vol1 y 2. 1 edición 1998
- ◆ Peck/Hanson/ Thornburn: Ingeniería de Cimentaciones
- ◆ Roy Whitlow / Fundamentos de Mecánica de Suelos. 1 edición 2000
- ◆ Manuel Delgado Vargas / Ingeniería de Cimentaciones/ 2da edición 1999
- ◆ INVESTIGACIÓN DE LA MATRIZ EN LAS GRAVAS DEL PERÚ MODELO GRAVA DE VENTANILLA, por la Ing. Luisa Shuan Lucas.
- ◆ Exploración Geotécnica, Dr. Jorge Alva Hurtado.
- ◆ Juarez Badillo - Rico Rodriguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- ◆ Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de suelos en la ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973
- ◆ Ing. Carlos Crespo : Mecánica de suelos y Cimentaciones
- ◆ T. William Lambe / Robert V. Whitman. Primera Edición 1972.
- ◆ Reglamento Nacional de Construcciones - CAPECO. Quinta. Edición 2003.
- ◆ RNC Normas de Diseño Sismo Resistente.
- ◆ Alva Hurtado J.E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- ◆ Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones - ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1998.
- ◆ Geotecnia para Ingenieros, Principios Básicos. Alberto J. Martinez Vargas / CONCYTEC 1990.
- ◆ Libro de Cimentaciones Superficiales del Dr. Jorge Alva.
- ◆ Tesis "Investigación de la Matriz en las Gravas del Perú Modelo Grava de Ventanilla", Ing. Luisa Shuan Lucas


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

**SOLICITANTE: SR. JEYSON JEAN POOL VARGAS Y SRTA. SHIRLEY MARILYN ARIAS
CARRASCO**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN
NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO
POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE
VIVIENDA, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023**

San Juan de Lurigancho – Lima – Lima

De conformidad con la Norma Técnica E 050 "Suelos y Cimentaciones" la siguiente información deberá transcribirse en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Registro Nacional de Edificaciones (RNE).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Profesional Responsable (PR): Ing. Francisco Ccoyllo Valente Ing. Civil CIP: 180672

Tipo de Cimentación: Cimentación superficial de zapatas aisladas y cimientos corridos.

Estrato de apoyo de la cimentación: GP (grava pobremente gradada con arena)

Profundidad de la Napa Freática: No Presenta

Fecha: Setiembre 2023

Parámetros de Diseño de la Cimentación

Profundidad de la Cimentación : 1.20 m

Presión Admisible : 3.20 kg/cm²

Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico) : 3 y 2.5 respectivamente

Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable : 0.27 cm

Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030)

Zona Sísmica : Zona 4

Tipo de perfil del suelo : S1

Factor del suelo (S) : 1.00

Periodo Tp (s) : 0.40

Periodo TL (s) : 2.50

Agresividad del Suelo a la Cimentación: No presenta agresividad

Problemas Especiales de Cimentación

Licuación : No se evidencia, no se encontró N.F hasta la profundidad de exploración.

Colapso : No se evidencia

Expansión : No se evidencia

Lima, Setiembre 2023


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

Ing. Francisco Ccoyllo Valente

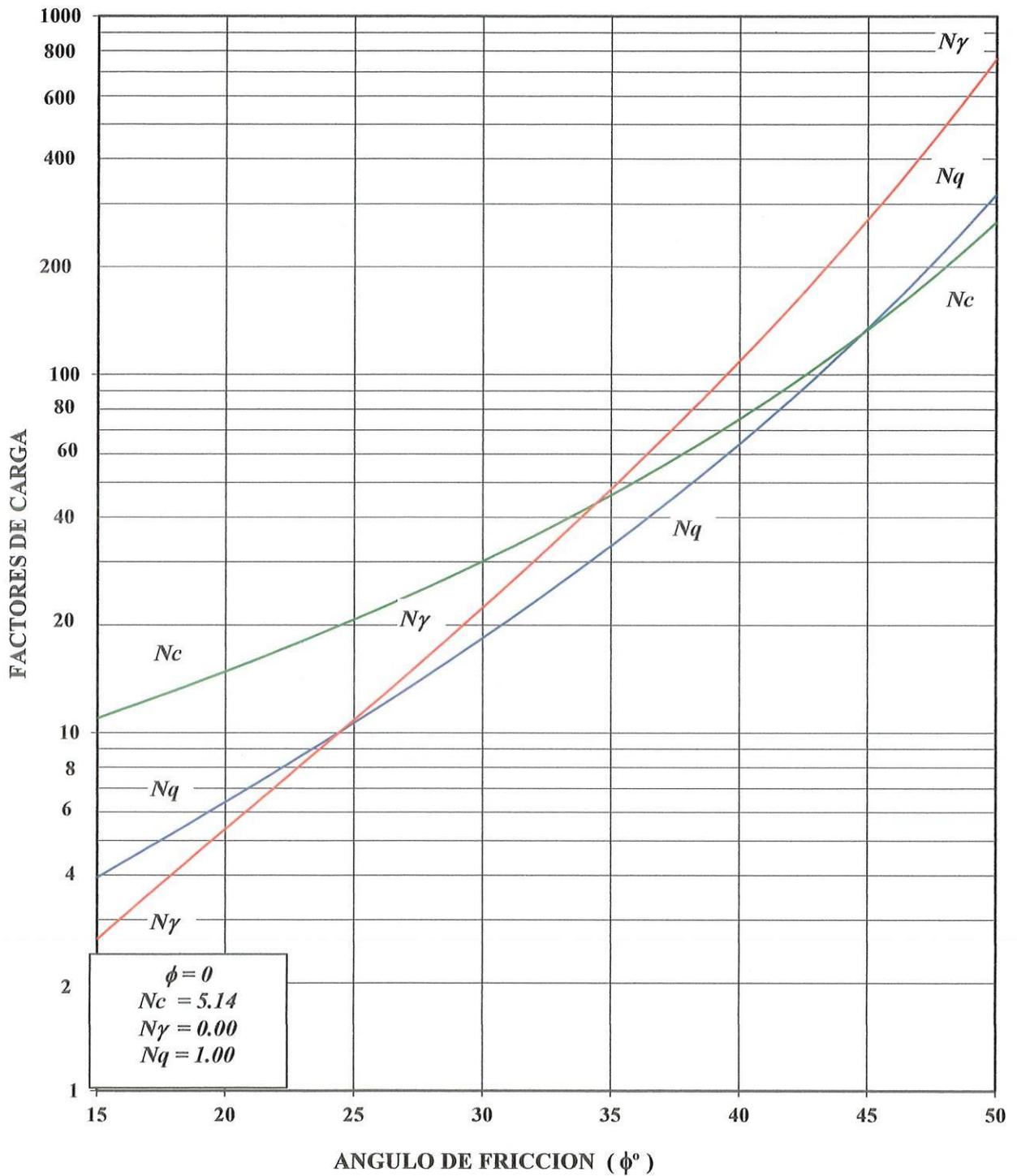
CIP: 180672



FIGURA N° 1

Francisco Ccoyllo
 FRANCISCO
 CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672

PARAMETROS DE CAPACIDAD PORTANTE
VESIC (1973) ASCE JSMFD V 99 SMI



FACTORES DE CARGA TENIENDO EN CUENTA LA FALLA GENERAL (VESIC 1973)

Figura N° 03


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672

ANEXO 27. Calicata C-1 exploración geotécnica

			EXPLORACION GEOTECNICA	REGISTRO DE PERFORACION	C-01
SOLICITADO	Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco			NIVEL FREATICO	---
PROYECTO	Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023			REGISTRO	
UBICACION	Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima			REVISADO POR	ING. FRANCISCO CCOYLLO
PROFUNDIDAD	3.00 m	Cota Relativa (m)	+ 0.00	FECHA	SETIEMBRE - 2023
PROF (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	ENSAYO SPT / CONO PECK
	SUCS	AASHTO				SIMBOLO GRAFICO	N° (GOLPES/PIE) 10 20 30 40 50 60 70 80
0.10			Losa de concreto.	S/M	
0.80	Re		Material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, con presencia de tuberías de desagüe.	S/M	
1.00			Material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena, poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 12". Nota: Hasta la profundidad de exploración de 3.00 m no se encontró la presencia del nivel freático.	M1	
2.00	GP				
3.00					
4.00					
5.00					

FRANCISCO CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

ANEXO 28. Calicata C-2 exploracion geotecnica

		EXPLORACION GEOTECNICA		REGISTRO DE PERFORACION		C-02																	
SOLICITADO	Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco			NIVEL FREATICO	---																		
PROYECTO	Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023			REGISTRO																			
UBICACION	Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima			REVISADO POR	ING. FRANCISCO CCOYLLO																		
PROFUNDIDAD	3.00 m	Cota Relativa (m)	+ 0.00		FECHA	SETIEMBRE - 2023																	
PROF (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	⊕ ENSAYO SPT / CONO PECK ⚠ N° (GOLPES/PIE)																		
	SUCS	AASHTO			SIMBOLO GRAFICO	10 20 30 40 50 60 70 80																	
0.08				Losa de concreto.	S/M																		
0.50	Re			Material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, telas, hilos.	S/M																		
1.00				Material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena, poco húmedo, no plástico, color beige, de compacidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 16". Nota: Hasta la profundidad de exploración de 3.00 m no se encontró la presencia del nivel freático.	M1																		
2.00	GP																						
3.00																							
4.00																							
5.00																							


 FRANCISCO CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672.

ANEXO 29. Calicata C-3 exploración geotécnica

		EXPLORACION GEOTECNICA		REGISTRO DE PERFORACION									
				C-03									
SOLICITADO	Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco			NIVEL FREATICO	---								
PROYECTO	Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023			REGISTRO									
UBICACION	Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima			REVISADO POR	ING. FRANCISCO CCOYLLO								
PROFUNDIDAD	3.00 m	Cota Relativa (m)	+ 0.00	FECHA	SETIEMBRE - 2023								
PROF (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	⊕ ENSAYO SPT / CONO PECK ⚠								
	SUCS	AASHTO			SIMBOLO GRAFICO	N° (GOLPES/PIE)							
					10	20	30	40	50	60	70	80	
0.10			Losa de concreto.	S/M									
0.30	Re		Material removido de arena de grano medio con gravas angulosas y sub angulosas, restos de bolsas de plástico, trozos de ladrillo.	S/M									
1.00			Material heterogéneo de grava pobremente gradada con arena, poco húmedo, no plástico, color beige, de compactidad firme a muy firme, gravas angulosas y sub angulosas de T.P 1/2" a 3", cantos de T.P 4" a 8" con T.M de 11", boleos aislados de T.P 15". Grava (%)= 56.0 Arena (%)= 42.6 Finos (%) = 1.4 Nota: Hasta la profundidad de exploración de 3.00 m no se encontró la presencia del nivel freático.	M1									
2.00	GP												
3.00													
4.00													
5.00													



FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

ANEXO 30. Análisis granulométrico de suelos por tamizado



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE N°	: 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 20 de Setiembre del 2023
		UBICACIÓN	: Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: C-3/M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD	: 0.30-3.00	CANTIDAD	: 5 kg aprox.

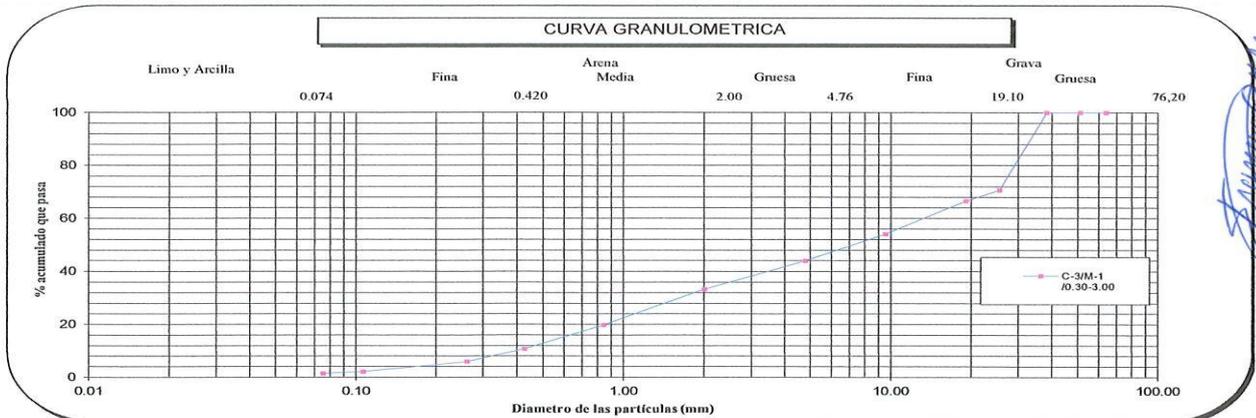
NTP 339.128 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
3"		76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"		63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"		50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"		38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"		25.400	393.0	29.3	29.3	70.7
3/4"		19.000	55.2	4.1	33.4	66.6
3/8"		9.500	167.6	12.5	45.9	54.1
N° 4		4.760	134.8	10.1	56.0	44.0
N° 10		2.000	144.2	10.8	66.7	33.3
N° 20		0.840	180.7	13.5	80.2	19.8
N° 40		0.425	122.2	9.1	89.3	10.7
N° 60		0.260	64.2	4.8	94.1	5.9
N° 140		0.106	51.2	3.8	97.9	2.1
N° 200		0.075	9.1	0.7	98.6	1.4
- N° 200		ASTM D 1140	-	1.4	100.0	-

CARACTERÍSTICAS GENERALES
ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"
Grava (Ret N° 4) : 56.0 %
Arena : 42.6 %
Fino (Pas. N° 200) : 1.4 %
NTP 339.127, "Contenido de Humedad"
Cont. De humedad : 0.75 %
NTP 339.129 "Límites de Atterberg"
Límite Líquido (L.L) : NP
Límite Plástico (L.P) : NP
Índice Plástico (I.P) : NP
NTP 339.134, "Clasificación con propósito de ingeniería" (SUCS)
GP
Grava pobremente gradada con arena
ASTM D 3282, "Clasificación para el uso en vías de transporte" (AASHTO)
A-1-a
Descripción (AASHTO)
BUENO



OBSERVACIONES:
 - Muestra tomada e identificada por personal de laboratorio.
 - Ensayo efectuado al suelo natural.
 - El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,
Celular: 949704705, 987524080

FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO GARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238305

ANEXO 31. Ensayo de contenido de humedad en un suelo



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco

EXPEDIENTE : 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Setiembre del 2023

PROYECTO : Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023

UBICACIÓN : Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3M-1
PROFUNDIDAD : 0.30-3.00

PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 339.127

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DENOMINACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	
	E - 1	E - 2
Cápsula N°	484.0	240.0
Peso tara + suelo húmedo (g)	447.4	378.1
Peso tara + suelo seco (g)	444.7	375.6
Peso del Agua (g)	2.7	2.5
Peso de la tara (g)	64.6	62.2
Peso del suelo seco (g)	380.1	313.4
Contenido de Humedad (RESULTADO) (%)	0.71	0.79
	0.75	

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Ensayo efectuado al agregado global natural.

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238905

FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

ANEXO 32. Ensayo de limite líquido, limite plástico



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco EXPEDIENTE : 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Setiembre del 2023
PROYECTO : Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023 UBICACIÓN : Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3/M-1 PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD : 0.30-3.00 CANTIDAD : 5 kg aprox.

NTP 339.129

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (TAMIZ N°40)

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

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

COMENTARIOS:

- Ensayo realizado al material pasante la malla N°40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

OBSERVACION:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Lima 07, Comas - Asociación Vivienda La Paz, Mz.A Lt.6,
Celular : 949704705, 987524080

CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 239565

ANEXO 33. Ensayo de los materiales finos



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco
EXPEDIENTE : 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Setiembre del 2023
PROYECTO : Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono
Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023
UBICACIÓN : Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : C-3/M-1
PRESENTACION : 01 Costal de polietileno
PROFUNDIDAD : 0.30-3.00
CANTIDAD : 5 kg aprox.

ASTM D 1140
MTC E 202

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS MATERIALES FINOS QUE PASAN EL TAMIZ DE 75 μ m (N 200) - SUELO

DETERMINACION DEL PORCENTAJE PASANTE DEL TAMIZ N°200

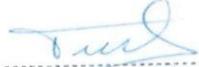
DESCRIPCION	UNIDADES	DATOS
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110 \pm 5 °C antes del Lavado	(gr)	1045.6
Peso de muestra utilizada seca al horno a 110 \pm 5 °C despues del lavado	(gr)	1031.0
Material Pasante del Tamiz N° 200 por Lavado	(%)	1.4

COMENTARIOS:

-Para el desarrollo del Ensayo se empleo el Tamiz N° 200 (abertura 0.074 mm).

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural.


CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 238505


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

ANEXO 34. Ensayo del peso unitario mínimo y máximo del suelo



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE	: 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	ESTUDIO	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN
FECHA DE RECEPCIÓN	: 20 de Setiembre del 2023	UBICACIÓN	Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito de San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACIÓN	: C-3/M-1	PRESENTACIÓN	: 01 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: 0.30-3.00	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

PESO UNITARIO MÍNIMO Y MÁXIMO DE SUELOS		
IDENTIFICACIÓN	PESO UNITARIO MÍNIMO NTP 339.138 (1 999) (g/cm ³)	PESO UNITARIO MÁXIMO NTP 339.137 (1 999) (g/cm ³)
C-3/M-1	1.74	2.01

DENSIDAD RELATIVA (%)

$$D_R = \frac{\rho_{max}(\rho_d - \rho_{min})}{\rho_d(\rho_{max} - \rho_{min})} \times 100$$

Donde:

- D_R : Densidad relativa (%)
- ρ_d : Densidad del suelo en el terreno (Kg/m³)
- ρ_{min} : Densidad seca mínima (Kg/m³)
- $\rho_{máx}$: Densidad seca máxima (Kg/m³)

IDENTIFICACIÓN	DENSIDAD RELATIVA (%)	DENSIDAD DEL SUELO EN EL TERRENO (g/cm ³)
C-3/M-1	50%	1.87
	60%	1.89
	70%	1.92
	80%	1.95

OBSERVACIONES:

- Muestra Tomada e Identificada por Personal Técnico de Laboratorio.
- Ensayo efectuado al suelo natural seco.
- Ensayo efectuado al suelo pasante la malla N° 1 (19.000mm)


 FRANCISCO
 CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.:
Rev.:

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

ANEXO 35. Ensayo de cloruros y sulfatos del suelo



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE : 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO : Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Setiembre del 2023
	UBICACIÓN : Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES
IDENTIFICACIÓN : C-3/M-1	TEMP. AMBIENTE (°C) : 25 °C
DESCRIPCIÓN : 0.30-3.00	TEMP. MUESTRA (°C) : 24 °C
PRESENTACIÓN : 01 Sacos de polietileno	HUM. RELATIVA : 73 %
CANTIDAD : 05 kg aprox.	

NTP 339.177	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
-------------	---

IDENTIFICACIÓN	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (ppm)	CLORUROS EXPRESADOS COMO IÓN Cl ⁻ (%)
C-3/M-1 0.30-3.00	285	0.0285

- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.


CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 239595


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

ANEXO 36. Ensayo de sulfatos solubles en el suelo



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO	
SOLICITANTE : Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE : 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO : Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Setiembre del 2023
	UBICACIÓN : Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA	CONDICIONES AMBIENTALES
IDENTIFICACIÓN : C-3/M-1	TEMP. AMBIENTE (°C) : 20 °C
DESCRIPCIÓN : 0.30-3.00	TEMP. MUESTRA (°C) : 24 °C
PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno	HUM. RELATIVA : 73 %
CANTIDAD : 05 kg aprox.	

NTP 339.178	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA
-------------	---

IDENTIFICACIÓN	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ (ppm)	SULFATOS EXPRESADOS COMO IÓN SO ₄ (%)
C-3/M-1 0.30-3.00	180	0.0180

- Correlacion entre (ppm) y (%); $10,000 * (\%) = (\text{ppm})$

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2023

Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.


CHRISTIAN TOMAS
GUERRERO CARDENAS
Ingeniero Civil
CIP N° 239505


FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

ANEXO 37. Ensayo del corte directo



Consultoría en Geotecnia, Geología,
Geofísica, Topografía, Pavimentos
y Servicio de Laboratorio de Suelos,
Cantera, Concreto y Asfalto

IMFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE	: Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE N°	: 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	FECHA DE RECEPCIÓN:	: Lima, 20 de Setiembre del 2023
ESTUDIO	: SERVICIO DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	UBICACIÓN	: Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA

Sondaje : C-3 Muestra : M-1 Profundidad (m) : 0.30-3.00 Clasificación (S.U.C.S.) : GP	Estado : Parcialmente saturado Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.50 Presentación : 01 saco d polipropileno Cantidad : 6 Kg aprox.
--	--

NTP 339.171
ASTM - D3080

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.00	1.98	2.00	1.97	2.00	1.95
Diámetro (f)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Seca (g _s)	(g/cm ³)	1.62	1.92	1.62	1.90	1.62	1.95
Humedad (w)	(%)	1.78	10.50	1.68	11.40	1.81	11.80
Esfuerzo Normal	(Kg/cm ²)	1.00		2.00		4.00	

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Deform. Vertical (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.01	0.05	0.05	0.05	0.01	0.11	0.05	0.05	0.01	0.21	0.05
0.10	0.02	0.08	0.08	0.10	0.03	0.17	0.08	0.10	0.03	0.33	0.08
0.20	0.03	0.13	0.13	0.20	0.04	0.26	0.13	0.20	0.05	0.51	0.13
0.35	0.04	0.17	0.17	0.35	0.05	0.33	0.17	0.35	0.07	0.66	0.17
0.50	0.04	0.20	0.20	0.50	0.07	0.39	0.20	0.50	0.09	0.78	0.20
0.75	0.05	0.23	0.23	0.75	0.08	0.46	0.23	0.75	0.12	0.93	0.23
1.00	0.06	0.26	0.26	1.00	0.09	0.51	0.26	1.00	0.15	1.02	0.26
1.25	0.07	0.26	0.26	1.25	0.11	0.53	0.26	1.25	0.17	1.06	0.26
1.50	0.08	0.28	0.28	1.50	0.12	0.55	0.28	1.50	0.18	1.10	0.28
1.75	0.09	0.28	0.28	1.75	0.13	0.56	0.28	1.75	0.20	1.12	0.28
2.00	0.10	0.29	0.29	2.00	0.14	0.57	0.29	2.00	0.21	1.14	0.28
2.50	0.10	0.30	0.30	2.50	0.16	0.60	0.30	2.50	0.23	1.20	0.30
3.00	0.11	0.31	0.31	3.00	0.17	0.63	0.31	3.00	0.24	1.26	0.31
3.50	0.12	0.37	0.37	3.50	0.18	0.75	0.37	3.50	0.26	1.50	0.37
4.00	0.13	0.42	0.42	4.00	0.20	0.84	0.42	4.00	0.28	1.69	0.42
4.50	0.14	0.47	0.47	4.50	0.21	0.94	0.47	4.50	0.30	1.89	0.47
5.00	0.15	0.53	0.53	5.00	0.22	1.06	0.53	5.00	0.33	2.12	0.53
6.00	0.16	0.58	0.58	6.00	0.23	1.16	0.58	6.00	0.36	2.31	0.58
7.00	0.16	0.63	0.63	7.00	0.25	1.26	0.63	7.00	0.39	2.52	0.63
8.00	0.17	0.67	0.67	8.00	0.26	1.34	0.67	8.00	0.42	2.67	0.67
9.00	0.18	0.69	0.69	9.00	0.27	1.37	0.69	9.00	0.44	2.74	0.69
10.00	0.19	0.69	0.69	10.00	0.28	1.38	0.69	10.00	0.45	2.75	0.69
11.00	0.20	0.69	0.69	11.00	0.30	1.38	0.69	11.00	0.46	2.75	0.69
12.00	0.22	0.69	0.69	12.00	0.31	1.38	0.69	12.00	0.47	2.75	0.69

OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
- * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.

Fecha de Emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2023

FRANCISCO
 CCOYLLO VALENTE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672

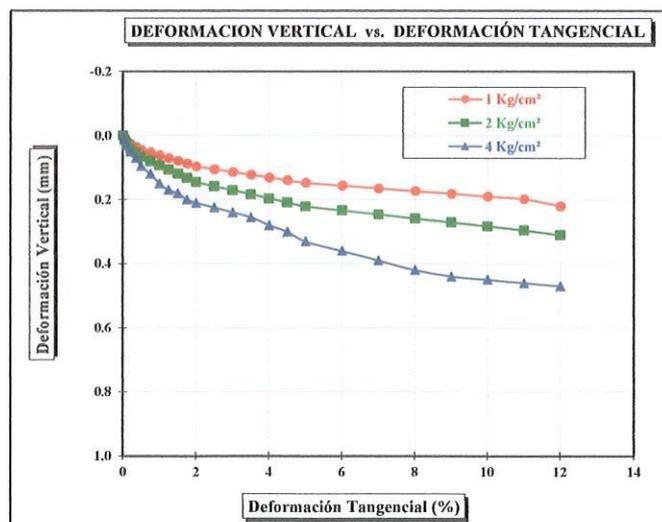
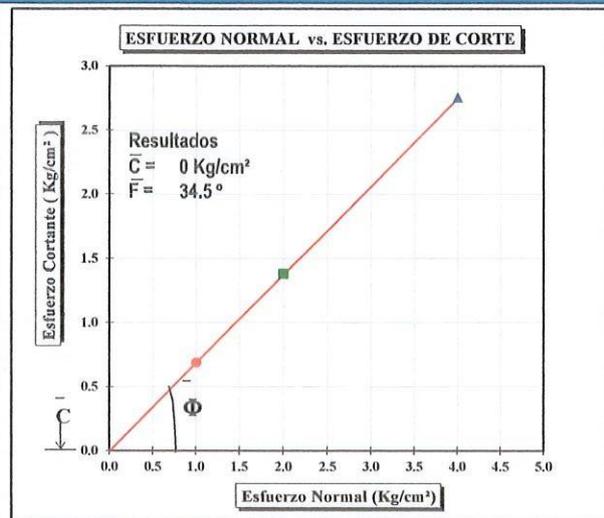
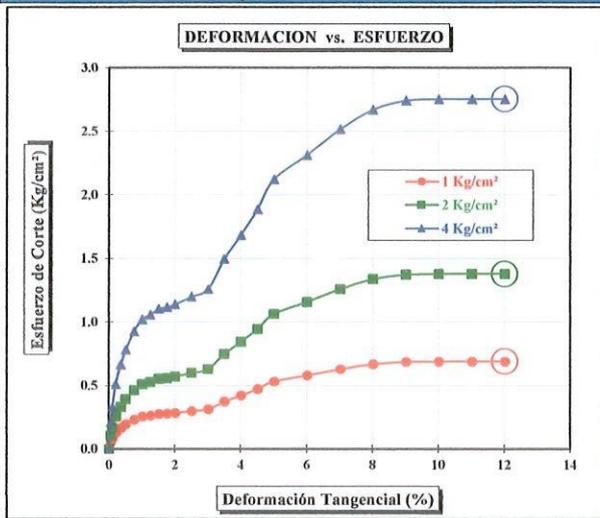
Tec.: T.G.A.
Rev.: C.G.C.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

CRISTIAN TOMAS
 GUERRERO CARDENAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 238805

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADOS, CONCRETO Y ASFALTO			
SOLICITANTE	: Sr. Jeyson Jean Pool Quispe Vargas Y Srta. Shirley Marilyn Arias Carrasco	EXPEDIENTE N°	: 115-2023/LAB GECAT INGENIERIA SAC
PROYECTO	: Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de vivienda. San Juan De Lurigancho 2023	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 20 de Setiembre del 2023
ESTUDIO	: Setiembre, 2023	UBICACIÓN	: Mz C 7 Lote 42, Mariscal Cáceres, distrito San Juan de Lurigancho, Prov. y Dpto. de Lima
REFERENCIA DE LA MUESTRA			
Sondaje	: C-3	Estado	: Parcialmente saturado
Muestra	: M-1	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.50
Profundidad (m)	: 0.30-3.00	Presentación	: 01 saco d polipropileno
Clasificación (SUCS)	: GP	Cantidad	: 6 Kg aprox.
NTP 339.171 ASTM - D3080	CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS		



OBSERVACIONES:

- * Muestra tomada e identificada por personal tecnico de laboratorio.
- * La densidad fue obtenida por el método del Peso unitario Mínimo y Peso unitario (Densidad relativa al 70%)
- * Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 4.

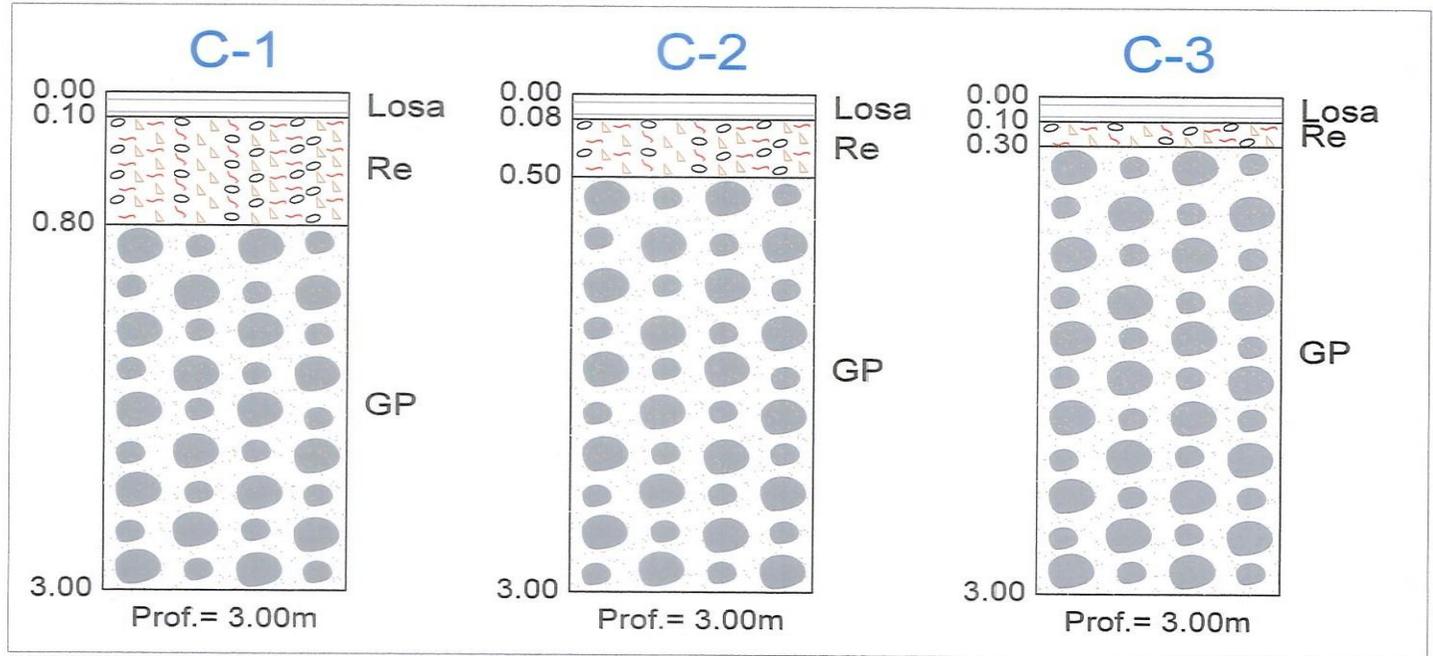
Fecha de Emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2023

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 180672**

Tec: T.G.A.
Rev: C.G.C.

ANEXO 38. Plano de ubicación de calicatas

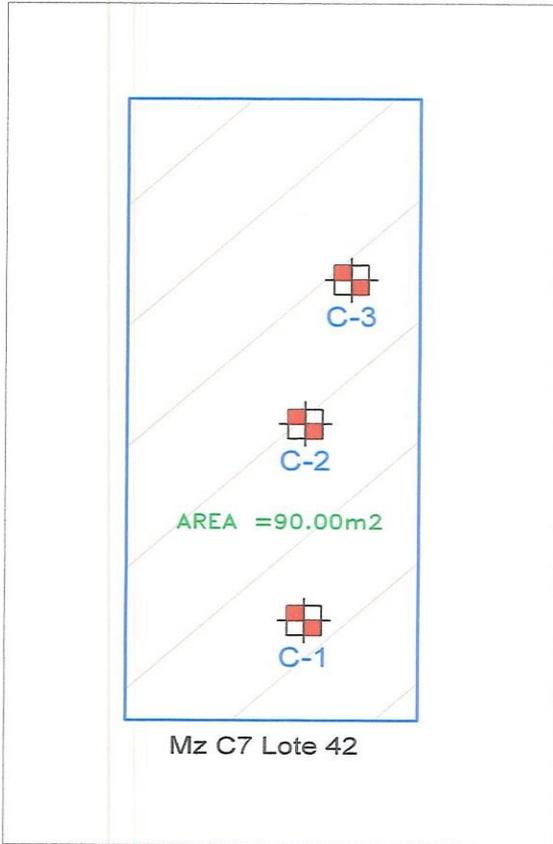


REGISTROS ESTRATIGRAFICOS
ESC: 1 / 37.5

LEYENDA

	CALICATA
	RE: MATERIAL REMOVIDO
	LOSA DE CONCRETO
	GP: GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA DE COMPACTAD FIRME A MUY FIRME

Francisco Cooyllo Valente
FRANCISCO
CCOYLLO VALENTE
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 180672.



UBICACIÓN DE CALICATAS

ESC: 1 / 150

PROF. RESPONSABLE: ING. FRANCISCO CCOYLLO VALENTE INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 180672	PROYECTO: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN "Análisis Comparativo Entre Reforzamiento Por Concreto Armado Y Fibra De Carbono Para Columnas de Vivienda. San Juan De Lurigancho 2023"	N° DE LAMINA: PG-01
	DISTRITO: SAN JUAN DE LURIGANCHO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO: LIMA	MZ C7 LOTE 42, MARISCAL CÁCERES	1 de 1
PLANO: UBICACIÓN DE CALICATAS Y REGISTROS ESTRATIGRAFICOS	VºBº:	DIBUJO CAD:
FECHA: SETIEMBRE 2023	ESCALA: INDICADA	FECHA: SETIEMBRE 2023

ANEXO 39. Ensayo de diamantina

	FORMULARIO	Código : CFE-06
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

OBTENCIÓN Y ENSAYO DE CORAZONES DIAMANTINOS DE CONCRETO

ASTM C39, C42 NTP 339.034, 339.059

INFORME : JCH 23-281
SOLICITANTE : QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL & ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023

Fecha de Moldeo : -
 Fecha de Extracción : 3/10/2023
 Fecha de Rotura : 4/10/2023
 Edad (días) : >28

N°	IDENTIFICACION	Long. Total (mm)	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	ESBELTEZ A/D	AREA (cm ²)	PESO (gr)	CARGA MAXIMA (kg)	P.U. (kg/m ³)	FACT. COR.	F'c (kg/cm ²)	FALLA
1	D-1	182	152.0	73.8	2.06	42.78	1413.3	7390	2174	1.021	176	2
2	D-2	161	130.6	74.0	1.76	43.01	1243.3	7686	2213	0.981	175	2

Equipos Usados
Maquina Compresión
Pie de Rey

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU

JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193887

ANEXO 40. Ensayo de diseño de mezcla 175 kg/cm²

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : ---

INFORME : JCH 23-281
SOLICITANTE : QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL & ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN
OBRA : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f 'c = 175 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f 'c = 175 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	F'c = 175 Kg/cm ²
Asentamiento	3" - 4" (Slump 3.5")
Relación a / c de diseño	0.65
Relación a / c de obra	0.70
Proporciones de diseño	1.0 : 2.89 : 3.54
Proporciones de obra	1.0 : 2.91 : 3.57

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	291 Kg.
Arena	846 Kg.
Piedra	1037 Kg.
Agua	203 lt.

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Densidad	2342 kg/cm ²
Cemento	42.5 Kg.
Arena	123.7 Kg.
Piedra	151.6 Kg.
Agua	29.7 lt/bolsa

2.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	1.0 : 2.95 : 3.77
Agua	29.7 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.


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU

JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667

ANEXO 41. Ensayo de diseño de mezcla 175 kg/cm² para fibra de carbono

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : ---

INFORME : JCH 23-281
SOLICITANTE : QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL & ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN
OBRA : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2023
ASUNTO : DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f 'c = 175 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

3.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f 'c = 175 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

FIBRA DE CARBONO

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	F'c = 175 Kg/cm ²
Asentamiento	3" - 4" (Slump 3.5")
Relación a / c de diseño	0.65
Relación a / c de obra	0.70
Proporciones de diseño	1.0 : 2.89 : 3.54
Proporciones de obra	1.0 : 2.91 : 3.57

3.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	291 Kg.
Arena	846 Kg.
Piedra	1037 Kg.
Agua	203 lt.

3.3 DENSIDAD 2342 kg/cm² CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	42.5 Kg.
Arena	123.7 Kg.
Piedra	151.6 Kg.
Agua	29.7 lt/bolsa

3.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	1.0 : 2.95 : 3.77
Agua	29.7 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.



Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




 COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU

JAVIER FRANCISCO LILLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667

ANEXO 42. Ensayo de diseño de mezcla 210 kg/cm² para concreto armado

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisió : 1 Fecha : - Página : ---

INFORME	JCH 23-281
SOLICITANTE	: QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL & ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN
PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023
UBICACIÓN	: SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA	: NOVIEMBRE DEL 2023
ASUNTO	: Diseño de mezcla FINAL f'c = 210 Kg/cm ²

1.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f 'c = 210 Kg/cm²) CEMENTO SOL tipo I

1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación	.....	f'c = 210 Kg/cm ²
Asentamiento	.....	3" - 4" (Slump 3,0")
Relación a / c de diseño	.....	0.57
Relación a / c de obra	.....	0.61
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2.36 : 2.89
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2.38 : 2.91

1.2 CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	344 Kg.
Arena	.....	817 Kg.
Piedra	.....	1001 Kg.
Agua	.....	210 lt.

Densidad	2372 kg/m ³
----------	-------	------------------------

1.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5 Kg.
Arena	.....	101.0 Kg.
Piedra	.....	123.8 Kg.
Agua	.....	25.9 lt/bolsa

1.4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1.0 : 2.41 : 3.08
Agua	.....	25.9 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.


Jean Chavez R
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto




COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU

JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667

ANEXO 43. Ensayo a la compresión de testigos

 LABORATORIO GEOTECNICO	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 23-281
Solicitante QUISPE VARGAS JEYSON JEAN POOL & ARIAS CARRASCO SHIRLEY MARILYN
Proyecto ANALISIS COMPARATIVO ENTRE REFORZAMIENTO POR CONCRETO ARMADO Y FIBRA DE CARBONO PARA COLUMNAS DE VIVIENDA SAN JUAN DE LURIGANCHO 2023
Ubicación SAN JUAN DE LURIGANCHO
Muestra Fibra de carbono

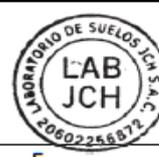
Fecha Rotura (7D) 15/11/2023
 Fecha Rotura (14D) 22/11/2023
 Fecha Rotura (28D) 5/12/2023

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIAMETRO mm	MÁXIMA KN	AREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	TIPO FALLA
Fc 210	8/10/2023	7	100.6	177.38	79.49	227	2
Fc 210	8/10/2023	7	101.5	181.50	80.91	229	2
Fc 210	8/10/2023	7	101.2	185.13	80.44	235	1
Fc 175	8/10/2023	7	101.9	149.60	81.55	187	1
Fc 175	8/10/2023	7	101.2	145.96	80.36	185	2
Fc 175	8/10/2023	7	101.4	150.50	80.67	190	2
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	7	102.3	287.57	82.19	357	1
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	7	103.2	295.50	83.57	360	3
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	7	103.4	275.90	83.89	335	3
<hr/>							
Fc 210	8/10/2023	14	100.7	222.50	79.56	285	3
Fc 210	8/10/2023	14	100.1	216.55	78.70	280	2
Fc 210	8/10/2023	14	100.6	145.84	79.41	187	2
Fc 175	8/10/2023	14	102.1	175.50	81.79	219	3
Fc 175	8/10/2023	14	102.1	171.30	81.79	213	2
Fc 175	8/10/2023	14	102.2	170.50	81.95	212	2
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	14	101.7	302.20	81.23	379	3
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	14	102.1	312.90	81.79	390	2
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	14	102.4	315.60	82.35	391	2
<hr/>							
Fc 210	8/10/2023	28	102.7	222.55	82.84	274	3
Fc 210	8/10/2023	28	102.2	231.20	82.03	287	2
Fc 210	8/10/2023	28	102.3	219.44	82.11	272	3
Fc 175	8/10/2023	28	102.6	190.10	82.68	234	3
Fc 175	8/10/2023	28	101.0	186.30	80.04	237	3
Fc 175	8/10/2023	28	102.0	190.50	81.63	238	3
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	28	101.7	323.56	81.15	406	2
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	28	101.3	342.20	80.60	433	2
Fc 175 + Fibra carbono	8/10/2023	28	101.2	344.00	80.36	436	2

Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas
- Las probetas fueron remodelados por el solicitante
- El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno

J. Chavez
Jean Chavez R.
 Ingeniero de Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193867

Tipos de Falla

