



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

“Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura
usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Pereda Salguero, José Tito (ORCID: 0000-0002-9760-7903)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA- PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, tutores y profesores, a todas las personas que contribuyeron en mis estudios profesionales con el soporte incondicional en cada una de las etapas de mí joven vida, quienes con su amor infinito e incondicional me llevan a ser mejor persona día tras día. De igual modo, rindo el presente trabajo en especial a DIOS, por la fortaleza, el amor y la vida.

Agradecimiento

Expreso mi enorme gratitud a todos aquellos que cooperaron con sus grandiosas indicaciones, críticas provechosas, con su amparo e intelectualidad para realización de la presente tesis.

Al fundador de la universidad “CÉSAR VALLEJO”, al Dr. César Acuña Peralta, brindarle mi gratitud eterna por concederme la dichosa oportunidad de realizar mis estudios de Ingeniería.

A mi asesor de tesis el Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique, a causa de su vasta trayectoria científica para la formulación de la Tesis.

A mis progenitores por manifestarme su deslumbrante ejemplo de trabajo, esfuerzo y superación, dado a su ayuda moral y económica, he logrado llevar a cabo adecuada y gratificadamente uno de mis objetivos en la vida.

A todos ellos, infinitas gracias.

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MÉTODO	31
2.1. Tipo y diseño de investigación	31
2.2. Operacionalización de variables	33
2.3. Población, Muestra y Muestreo	34
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.5. Procedimiento	34
2.6. Métodos de análisis de datos	36
2.7. Aspectos éticos	36
III. RESULTADOS	37
IV. DISCUSIÓN	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	84

RESUMEN

La presente tesis de investigación “Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019.”, cuyo objetivo fue determinar el comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019. El Perú es una zona altamente sísmica por su ubicación geográfica entre la placa de nazca y sudamericana, asimismo CAPECO señala que en lima produce diariamente 19,000 toneladas de RCD que afecta a la flora y fauna del lugar que ocupan; es por ello que se realizó un análisis estructural en edificaciones de baja altura usando concreto reciclado. El tipo de estudio de esta investigación es aplicada, ya que su búsqueda se basa en construir, actuar, modificar y conocer la realidad problemática actual. El diseño del estudio de esta investigación es experimental, ya que se manipulo a una variable de estudio para controlar las diferencias del comportamiento de la otra variable. Para la elaboración de la muestra se tomó en consideración la evaluación de las propiedades y características estructurales del concreto, donde se ensayaron 36 probetas (9 testigos por cada diseño) dichos testigos fueron curados en la poza húmeda, para luego ser ensayados a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Los pesos sísmicos para las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado son 556032.49 kg, 427607.14 kg y 291986.92 kg respectivamente y los pesos sísmicos de las edificaciones con concreto convencional son 562591 kg, 432366.7 kg y 295171.3 kg. Los cortante basal para las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución promedio de 1.1% en comparación con las edificaciones con concreto convencional. El máximo desplazamiento lateral para las edificaciones de 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado aumentaron 1.143%, 1.136%,1.123% en comparación a las edificaciones con concreto convencional.

En la investigación realizada se determina que las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado tienen un buen comportamiento sísmico ya que según la norma E030 para que una edificación sea aceptada debe de cumplir con las derivas o desplazamientos laterales limites (0.007 para concreto armado), siendo que el límite para todos los casos.

Palabras claves: RCD (residuo de construcción y demolición), concreto reciclado, peso sísmico, cortante basal, desplazamiento lateral, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral.

ABSTRACT

This research thesis “Structural seismic behavior of low-rise buildings using concrete with recycled coarse aggregate-Comas-2019.”, Whose objective was to determine the structural seismic behavior of low-rise buildings using concrete with recycled coarse aggregate-Comas-2019. Peru is a highly seismic zone due to its geographical location between the Nazca and South American plates, also CAPECO points out that in Lima it produces 19,000 tons of RCD daily that affects the flora and fauna of the place they occupy; That is why a structural analysis was carried out in low-rise buildings using recycled concrete. The type of study of this research is applied, since its search is based on building, acting, modifying and knowing the current problematic reality. The study design of this research is experimental, since a study variable was manipulated to control the differences in the behavior of the other variable. For the preparation of the sample, the evaluation of the properties and structural characteristics of the concrete was taken into account, where 36 specimens were tested (9 witnesses for each design), said controls were cured in the wet well, and then tested at 7, 14 and 28 days respectively.

The seismic weights for low-rise buildings 5, 4 and 3 floors with recycled concrete are 556032.49 kg, 427607.14 kg and 291986.92 kg respectively and the seismic weights of buildings with conventional concrete are 562591 kg, 432366.7 kg and 295171.3 kg. Basal shear for low-rise buildings 5, 4 and 3 floors with recycled concrete have an average decrease of 1.1% compared to buildings with conventional concrete. Maximum lateral displacement for buildings of 5, 4 and 3 floors with recycled concrete increased 1,143%, 1,136%, 1,123% compared to buildings with conventional concrete.

In the investigation carried out, it is determined that low-rise buildings 5, 4 and 3 floors with recycled concrete have a good seismic behavior since according to the E030 standard for a building to be accepted it must comply with drifts or lateral displacements limits (0.007 for reinforced concrete), being the limit for all cases.

Keywords: RCD (construction and demolition waste), recycled concrete, seismic weight, basal shear, lateral displacement, compressive strength and tensile strength by diametral compression.

I. INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo del sector construcción en la última década (tasa de crecimiento 8.3%) según (Medina, 2012) conjuntamente con el aumento poblacional que se da en los últimos años (tasa de crecimiento 1.01% cifra de Ipsos) según (Gestión, 2018) ha generado un gran volumen de residuos de construcción y demolición (RCD). Estos generan efectos perjudiciales en el entorno, esto se refiere a el medio ambiente y la sociedad. Ya que son gestionados inadecuadamente, por tal motivo surge la necesidad de crear mecanismos para contrarrestar este impacto.

Los recursos que consume la industria de la construcción son el 50% disponible y a la vez produce el 50% de residuos que se generan mundialmente. En el Perú se observa que los RCD son arrojados a los botaderos informales (espacios públicos, como rellenos contaminantes del suelo, aire y aguas). La explotación de los recursos (canteras de agregados) conjuntamente con una mala gestión de estos residuos vulnera la salud de la ciudadanía (Ciclo, 2018).

Conforme a CAPECO, (2017). En la ciudad de Lima se genera todos los días 19,000 toneladas de desechos de construcción que, está constituido restos de piedras, trozos de vidrios, gravas o ripios, grandes cantidades de escombros, además de otros elementos que desechan de la construcción y ello, por lo general, no se gestionan de forma adecuada por lo que, su receptor final es alguna cantera de mar o, usualmente, una ladera de un río. Esta mala gestión de los residuos genera una problemática social y ambiental que, sufren el impacto.

Las edificaciones del Perú son construidas con materiales que son obtenidos de las canteras de agregados naturales. Estos recursos requieren para su producción energía que puede ser ahorrada si se encontrase una alternativa sostenible.

Se considera al Perú una zona activamente sísmica debido a su ubicación geográfica entre la placa de nazca y sudamericana, en el transcurso de su historia, el Perú, ha sufrido sismos de distintas magnitudes de hasta 11° en la escala de richter pero en los últimos 130 años no se registran magnitudes superiores a 9°. Estos sismos han dejado ciudades destruidas y con ella sus estructuras.

Realidad problemática

La realidad problemática se da por contaminación que generan los desechos que deja las demoliciones que no se gestionan de la forma correcta para poder reciclarse, ya que, son arrojados en zonas que se han determinado botaderos los cuales son informales debido a que son desechados sin pasar por un proceso de selección de origen, ni por ninguna clasificación.

La alta demanda en el sector construcción ha generado grandes volúmenes de RCD y esto representa, actualmente y a futuro, una problemática ya que, se irá incrementando aún más por el motivo ya antes mencionado. Esta excesiva acumulación de RCD ha generado nuevas superficies de terreno, secando las laderas de ríos y orillas del mar, para luego ocupar este espacio que es aprovechado por los traficantes de terrenos.

Los desechos de construcción, considerados como residuos de demolición afectan a la flora y la fauna (laderas de ríos y costas del mar) que no se preservan por el daño que ocasionan estos escombros.

CAPECO, a través de una encuesta realizada a transportistas de desmonte, según la información obtenida, señala que únicamente el 30% de desmontes de una demolición van a lugares autorizados y aptos para desechar este tipo de residuo, mientras que el 70% de ese residuo, van directamente a las canteras de un río o mar, ya que, al realizar esta acción directa, evita tramites y mayores gastos.

Las canteras de procedencia natural son explotadas al no usarse otro material como alternativa para sustituir al agregado, es por ello que surge la necesidad de hallar una alternativa diferente para no usar solo agregados de procedencia natural, en esta investigación se presenta una alternativa sostenible que puede reducir el impacto del uso excesivo de agregados naturales en las canteras utilizando agregado de procedencia reciclada a la mezcla de concreto.

La construcción de manera sostenible usando concreto reciclado para las estructuras representa un gran reto a futuro, hacer más frecuente el uso del concreto reciclado sería posible si se demuestra experimentalmente que el uso de este material no varía sustancialmente las propiedades, es por ello que para dar respuesta a esta interrogante es de vital importancia el estudio del comportamiento sísmico estructural.

Por consiguiente, esta investigación propone una alternativa a través del reciclaje que pueda reducir la inadecuada forma de utilizar las canteras y desperdiciar agregados, disminuir el efecto negativo al medio ambiente (flora y fauna de las laderas del río y costas del mar) y conocer el comportamiento sísmico en edificaciones de baja altura (de 3 a 5 pisos) empleando concreto con agregado grueso reciclado, chequeando requerimientos del RNE E-030.

Trabajos previos

Nacionales

Saldaña y Caballero, (2014). En su tesis nacional de nombre: evaluó de la resistencia del concreto, usando como insumo de agregado el concreto reciclado de obra. Para obtener el grado de Ingeniero civil. El objetivo de su investigación fue determinar los cambios que se ocasionan en la parte estructural de una edificación debido a la utilización del concreto con agregado grueso reciclado en diferentes porcentajes de aplicación. La investigación fue de tipo cuasi experimental. La investigación uso una metodología de recopilación de datos argumentativos para obtener los principales lineamientos y así cumplir el objetivo que permitió encontrar un modelo de mezcla apropiado para el concreto con agregado grueso reciclado. Los principales resultados que obtuvo la tesis fueron las siguientes: El diseño de mezcla que uso un 25% de agregado reciclado para la elaboración de concreto se incrementó ascendentemente, siendo este no apropiado ya que los gastos en producción son mayores a producir un concreto con 50% de agregado grueso reciclado. Los ensayos de firmeza a la compresión para otra proporción propuesta del concreto con 50% de agregado reciclado y 50% agregado natural presenta un incremento en el $f'c$. El diseño de mezcla que se realizó con 100% de agregado reciclado presenta deficiencia en la resistencia dejando de ser uniforme y homogénea. Es por ello que es recomendable para usos no estructurales como veredas, pisos, etc. La principal conclusión de esta investigación se encuentra en deriva a los diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado para el concreto, demostrando mediante ensayos que la proporción más idónea que no varié considerablemente la resistencia es de 25% de agregado grueso reciclado con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² siendo apto para ser utilizado estructuralmente en condiciones especiales.

Ponce C. (2014). En su tesis nacional titulada: Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento portland tipo I. Para obtener el grado de ingeniero civil.

El objetivo de su investigación fue conocer el comportamiento y propiedades físico mecánicas que tiene el concreto con agregado grueso reciclado y un concreto convencional. La tesis tuvo como metodología realizar ensayos tanto de los agregados y del concreto (El asentamiento, la a la compresión, tiempo de fragua y la absorción). Los principales resultados de su investigación fueron: Para un concreto con agregado grueso reciclado en proporción de 30% y 70% de agregado natural se determinó lo siguiente el concreto con agregado grueso reciclado disminuye en 8% en comparación al concreto convencional, se observó un incremento en la exudación y el tiempo de fraguado en comparación a un concreto convencional, además el concreto reciclado presenta una menor trabajabilidad. De los ensayos a la resistencia a la compresión se observó que el concreto reciclado tuvo un 15% menos de resistencia a comparación que un concreto convencional en los 28 días de edad. Además, se observó la disminución en 14% de resistencia a la tracción por compresión diametral y un aumento la absorción de agua en 70% en comparación al concreto convencional. Las principales conclusiones de esta investigación son las siguientes: Debido a la disminución de la resistencia a compresión del concreto con agregado reciclado se recomienda su uso para elementos no estructurales, como las veredas, pisos y muros contenedores. Si se requiriese usar el concreto reciclado para usos estructurales se recomienda una proporción de 20% de agregado grueso reciclado y 80% de agregado grueso natural ya que no varían considerablemente las propiedades del concreto.

Sumari J. (2016). En su tesis internacional titulada: Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I. La finalidad principal de la investigación es comparar las particularidades físicas y mecánicas del agregado fino, grueso y del concreto, tanto para un concreto reciclado y uno convencional. El proyecto usa como metodología hacer un estudio en el laboratorio para establecer las propiedades físicas y mecánicas que contienen los agregados reutilizados y naturales. La investigación tuvo como principales resultados: Los agregados en reuso, poseen una mayor absorción siendo el aumento de 639% para el agregado fino y 867% para el agregado grueso. Además, el peso específico se disminuyó en 19.5% para el agregado fino y 10.9% para el agregado grueso. Los resultados de los ensayos al concreto para las proporciones de diseño con una cantidad de cemento 445, 508 y 604 kg/m³: A los 28 días la resistencia se disminuyó en 27%, 7.3 y 9.7%, la absorción a los 28 días en el concreto reciclado tuvo aumentos en 5% 19% y 29%, el peso unitario del concreto fresco reciclado se disminuyó en 5.2%, 5.2%, 4.8%, para las proporciones de diseño respectivamente. Finalmente, las conclusiones

alcanzadas, son las siguientes: El agregado grueso reciclado cumple con la granulometría requerida por la NTP 400.037, pero su módulo de finura se ve disminuido en 1%. Para el agregado grueso reciclado el análisis granulométrico no cumple con los requerimientos de NTP 400.037 y su módulo de finura se incrementa en un 28%.

Carizaile y Anquise. (2015). En su tesis titulada “Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna”. Para optar el título profesional de ingeniero civil. El principal objetivo de su tesis fue valorar las propiedades del concreto elaborado con agregado rehusado y dar a conocer si su uso es viable para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna. La tesis es experimental y de tipo aplicada. El resultado extraído de concreto reciclado, se establece que, los atributos de un concreto reciclado son semejantes a las de un concreto convencional; en cambio, el valor de elaboración es más alto a comparada a un concreto, esto se debe a que, el costo de este agregado reciclado es 20 soles adicionales a comparación de un agregado convencional. Por último, se llevó a cabo un proceso de modelamiento, análisis y diseño de una estructura usando concreto convencional vs concreto reciclado. Finalmente, concluye que, el concreto reciclado tiene menor peso unitario en comparación al de un concreto convencional, por lo que se puede afirmar que, el peso total de la estructura de una edificación de concreto reciclado, es menor en comparación que el peso de una edificación de concreto convencional. Aproximadamente 4 toneladas en el prototipo diseñado. Además, determino que el costo de una edificación que utilizo concreto reciclado es mayor que una edificación que concreto convencional, esto sucede ya que el costo de producción de los agregados reciclados es mayor al costo de los agregados convencionales.

Jordan y Viera (2014) En su tesis titulada: "Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra". Para optar el título profesional de ingeniero civil. El principal objetivo de su tesis determinar el efecto de variación en la parte estructural del concreto, remplazando agregado grueso convencional por agregado grueso reciclado, para su respectivo análisis, además determinando la resistencia a la compresión. El tipo de diseño que empleo fue Cuasi-experimental. El método que uso fue la inspección y evaluación de las áreas influencia. Para los resultados trabajo con las siguientes dosificaciones: Para el ensayo de laboratorio previo se presentó una dosificación idónea con distintos porcentajes a fin de determinar el porcentaje apropiado (0% AR, el 25% AR, el 50% AR y el 100 % AR) todos con resistencia a compresión de $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ y $f_c = 175$

Kg/Cm². Para todos los casos de diseño se usó arena natural (Cantera La Cumbre) y el agregado grueso natural utilizado (Cantera Huambacho). En su proyecto de investigación concluyo que la resistencia a la compresión depende de los porcentajes de variación del agregado reusado. También concluye que el diseño con un aporte de 25% de agregado reciclado presenta un comportamiento favorable en la curva de resistencia a la compresión siendo ascendente y homogénea.

Internacionales

Castellanos, Rivera y Roa, (2017). En su tesis internacional titulada: Comparación estructural y estimación de costos de la utilización de concreto con agregados naturales y al concreto con residuos de construcción y demolición (R.C.D.) como agregado. Para optar el título de ingeniero civil, Su investigación planteó como principal objetivo realizar una comparación (estructural y costos de concreto) entre una edificación de 5 pisos usando concreto con agregado grueso reciclado en 25% de proporción y otra usando concreto convencional, haciendo uso de la norma NSR-10, en una zona sísmica Lacustre-200. El método empleado, fue utilizar los resultados obtenidos luego de analizar 2 estructuras de concreto armado que fueron modelados y trabajado en el software estructural ETABS, apoyándose también de una hoja de cálculos del programa Excel y el software DC-CAD. Los resultados muestran que al comparar las derivas que presentan las estructuras la variación es mínima. Considerando los resultados de derivas que exige la norma se puede estimar como no valido, la variación presente entre las dos estructuras. Se puede estimar como no válido. Por otro lado, al momento de calificar el comportamiento que presentan las estructuras en el análisis de vigas a flexión en efecto los resultados son equivalentes. Los parámetros de resultados obtenidos de la medición de columna fuerte-viga débil son parecidos en ambas estructuras y cumpliendo con lo que señala el reglamento. Por otro lado, luego de metrar y obtener el costo usando RCD es de \$268.527.707,35 y con concreto convencional es de \$271.173.848,36, presentando una diferencia en el costo de \$2.646.141,01; siendo este un beneficio económico, que se da en el diseño de proporción 25%, el total de ahorro obtenido asciende al 0.97% en el presente diseño

Concluyendo que, los costos se consideran más o menos equivalentes debido a que la producción es dependiente a la cantidad de concreto a usarse en la construcción que equipara los costos con los agregados convencionales. En Colombia las empresas están optando por ceñirse a certificaciones LEED que es un certificado de calidad en construcciones

sostenibles. Esto se da por ello que se da el uso de concreto reciclado que aprovecha los residuos de construcción y demolición reduciendo el impacto en el medio ambiente, a su vez, se puede deducir que, al observar las derivas en los dos diseños estructurales, se concluye que no discrepa más del 1% en su situación más crítica, es por ello que se demuestra que “el uso de RCD en concreto estructural no afecta las derivas”.

Marroquín E. (2012) en su tesis titulada: “Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas”. Para optar el título ingeniero civil, cuyo objetivo principal fue aprovechar los residuos de construcción y demolición (RCD) para chequear las propiedades físico mecánicas ensayadas en un laboratorio tanto de los agregados como para el concreto reciclado. El diseño de su investigación fue experimental de tipo aplicada. La metodología usada Para conocer el comportamiento del concreto reciclado fue la siguiente: estudiar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de lo agregado y del concreto de la mano de la norma ASTM. Para chequear la resistencia a la compresión de concreto se realizó un diseño de mezcla. Como principal conclusión se tiene: De las propiedades del agregado grueso reciclado se observó que cumple con los parámetros granulométricos de la ASTM, además se observó que tiene un elevado desgaste a los sulfatos con un 55.7%, siendo como máximo el desgaste al sulfato especificado en la norma de 12%. De los ensayos a la compresión que no alcanzo la resistencia teórica que se propuso para el diseño, ya que la absorción hizo que la mezcla demande más agua y la consistencia bajo (se dio la disgregación de partículas). Además, se observó una disminución en el contenido de aire por la misma causa antes dicha (disgregación de partículas)

Montilla, Porto y Romero, (2016). En su tesis titulada: “Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años”. Para optar el título de ingeniero civil, el cual tuvo como objetivo analizar el concreto reciclado para obras de construcción civil en el país de Venezuela durante un periodo de 15 años. Observar el empleo de este concreto para diferentes obras dependiendo de la resistencia que llega a tener el concreto reciclado. La metodología usada fue de reunir información de interés y con un alto grado de fiabilidad acerca del tema de estudio. Los resultados de la investigación fueron: En diferentes países se han realizado importantes estructuras sustituyendo el 20% del agregado grueso por árido reciclado, tomando en cuenta la construcción del puente sobre el río Turia, en Valencia - España, pero es recomendable usar una proporción de 25% de agregado grueso reciclado. La investigación concluye confirmando la factibilidad del uso de

concreto con agregado grueso reciclado, aunque no cumple con algunas características, por ello es recomendable usar este concreto para usos no estructurales, pero podría ser correcto es uso de concreto reciclado para usos estructurales en un diseño de mezcla con un 25% de agregado reciclado ya que se ha demostrado que las propiedades del concreto no varían considerablemente (la resistencia) y en costos, además se concluyó que el peso específico fresco del concreto con agregado grueso reciclado disminuye en 5% a 10%.

Agreda y Moncada (2015). En su tesis titulada “viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados”. Para obtener el título de ingeniero civil, cuyo principal objetivo determinar una valoración técnica del agregado grueso reciclado para ser usados en productos prefabricados en espacio público como sardineles, bordillos, cunetas y topellantas que cumplan con lo que exige la normativa colombiana para este tipo de elementos (NTC-4109) y con una calidad de concreto certificada. La metodología de su investigación se encuentra fundada en la optimización de un recurso que, en la construcción es indispensable, pero en el mismo sentido, sea ambientalmente sostenible. Haciendo uso del principio de la reutilización que cuida y aprovecha al máximo un recurso, nos enfocamos en la grava reciclada, que proviene de los residuos de la construcción. Los esenciales resultados obtenidos fueron las propiedades físico mecánicas, en su investigación se diseñaron 3 tipos de mezclas, reemplazando el agregado convencional por agregado reciclado en cantidades iguales en 25% 50% y 70%, por el agregado grueso reciclado. Al estimar las propiedades físicas y propiedades mecánicas se concluyó, mediante la experimentación en el laboratorio, que las resistencias a la compresión en los ensayos a las muestras de concreto reciclado resultaron favorables, ya que en los resultados se obtuvieron valores de resistencia a la compresión mayores a 28 MPa que es la resistencia con la que se diseñó el concreto, pero la muestra que presento baja resistencia fue la de 70%. Además, concluyo que el agregado grueso reciclado, probó ser una alternativa sostenible como reemplazo del agregado grueso convencional, para la elaboración de prefabricados tipo sardinel, bordillo, cuneta y topellantas, ya que en cada uno de las muestras valoradas se alcanzó la resistencia requerida por la norma. Además, del ensayo de resistencia a la compresión, así como el ensayo en el que se sometieron a flexión con relación a las probetas elaboradas con mezcla convencional se obtuvieron resultados favorables.

Rodríguez (2017), En su tesis titulada: “Prototipo de concreto con desechos sólidos generados en la universidad católica de Colombia”. Para optar el título de ingeniero civil,

tuvo como objetivo: elabora un tipo de concreto experimental usando los desechos sólidos de concreto que usaron en las refacciones de la Universidad Católica de Colombia. La metodología que utilizó fue experimental y de tipo aplicada, hicieron investigaciones basándose en un marco teórico y elaboraron distintos tipos de concreto con diferentes cantidades de desechos, tomando en cuenta la mezcla original y la proporción 1:2:3, posteriormente, se realizó fue poner a prueba la calidad del concreto mediante ensayos de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana con la finalidad de determinar si este concreto con residuos tienen propiedades óptimas para la construcción. Los resultados obtenidos de la resistencia ($f'c$) en estos tipos fueron de un promedio de 27,81 MPa a los 7 días, siendo este un resultado favorable como indica la norma técnica colombiana, con propiedades óptimas para la construcción de edificaciones, además, este en el ensayo se observó que la resistencia aumento a la edad de 21 días una resistencia de 34,55 MPa. En definitiva, al realizarse un luego de realizarse un análisis de las características del uso del concreto reciclado a nivel mundial y en la ciudad de Bogotá, llega a la conclusión que existen diferentes y múltiples maneras para extender y mejorar la calidad del concreto reciclado dependiendo para que uso se requiera. Asimismo, las técnicas de reutilización de residuos son usados en el sector construcción, el cual contribuye que nuestra carrera tenga un enfoque ambiental con responsabilidad social. También concluyo, que diseño de concreto con 0% arena y 100% residuos obtiene mejor calidad, sin embargo, este concreto presenta baja resistencia a la compresión, este concreto presenta buena resistencia al alcanzar la edad de 21 días ($f'c$ 21 MPa).

Teorías relacionadas al tema

Concreto reciclado

El **concreto reciclado** que es denominado así si es fabricado con agregados reciclados o con mezcla de concreto reciclada que son apropiados para su uso. Cuyo principal requisito para su uso es no disminuir las propiedades físico mecánicas que demanda la normativa utilizada (Carizaile, 2015).

“El uso de residuos industriales como material de construcción para construir estructuras ambientalmente sostenibles tiene varias ventajas prácticas y económicas” (Muhammad, 2015, pg. 5).

El concreto es un material muy usado a nivel mundial para construir edificaciones como viviendas, colegios, hospitales entre otros. Este material es usado por su extremada perdurabilidad ya que puede conservarse por cientos de años. Solo en Europa se usa concreto en 900 millones, este concreto puede ser triturado y reutilizado para aprovecharlo como parte de un concreto nuevo. (Cement Sustainability Initiative, 2009, pg. 3).

Según (Carino, 1994, pg. 62). El concreto es definido por la ASTM (C 125 Terminology Relating to Concrete and concrete aggregates) como material compuesto que se comporta como enlace dentro del cual están partículas como los agregados.

Composición del concreto

El concreto es un material conformado por agregados pétreos que pueden medir desde milímetros hasta centímetros como las gravas y arenas que son mezcladas por una pasta de cemento hidráulico. En algunos casos en el concreto también pueden intervenir otros elementos como aditivos o microfibras que intervienen en las propiedades del concreto dependiendo de su requerimiento (Rojas Rodríguez, s.f., pg. 2).

Cemento

Las principales propiedades del cemento son la adherencia y cohesión, con el cual se permite la unión de agregados que forma un material compacto, su nombre proviene del latín “argamasa” y es el material más importante en la actualidad para la construcción (Cetesa, 2017)

El cemento es un material procesado que es producido por caliza y arcilla calcinadas que son molidas para originar el Clinker, este al ser mezclado con yeso da como resultado al cemento en polvo, el cemento al tener contacto con agua h₂O obtiene la propiedad de endurecerse y aumentar su resistencia con el tiempo hasta llegar al estado de concreto (NTP 334.009 , 1997).

Agregados

Los agregados o áridos son calificados como elementos “inertes” que son parte del concreto y son adheridos por una pasta de cemento y agua para formar una estructura resistente llamada concreto. Los agregados ocupan un 70% y 80% del volumen del concreto es por ello que controlar la calidad de estos agregados es sumamente importante por que conforman la mayor parte del concreto en volumen (Sumari, 2016, pg. 10).

Clasificación según su análisis granulométrico: Para obtención de un concreto optimo se necesita que mezclado la arena y la piedra logre una granulometría que brinde una maza unitaria máxima, ya que cumpliendo esto los espacios que ocupan el vacío en la estructura del concreto será mínimo y por ende se requerirá menos cemento para pegar al concreto y además se tendrá mejores condiciones técnicas y económicas (Ciencia y Sociedad, 2012, pg. 298)

Los agregados obtenidos in distinción de origen deben tener propiedades para aportar al concreto, los agregados finos y gruesos de origen reciclado gozan de distintas propiedades siendo el agregado grueso el que generalmente mantiene las propiedades que requiere la norma (Cruz & Velázquez, 2004, pg. 16).

✓ Agregado fino:

Es un elemento que se usa para la construcción como una de las partes que componen al concreto. Este elemento se produce de la piedra partida, la grava natural o triturada. Los agregados finos son generalmente de arena natural o piedra triturada, debiendo ser partículas limpias, resistentes y libres de materiales químicos que pudiesen ser absorbidos por el fino que podrían afectar a la pasta de cemento, siendo la más adecuada para el concreto la numero 4 cuya mediada es 4.75 mm. (Hernández Hernández, s.f.). Se determina agregado fino al material que pasa por el tamiz n° 9.5 mm (3/8”) y cumple con los requerimientos establecidos por la NTP 400.037 (Hernández Hernández, s.f.).

Tabla 1. *Limites granulométricos del agregado fino*

Tamiz		% que pasa (masa)
9.5 mm	3/8''	100
4.75 mm	Nº4	95 a 100
2.36 mm	Nº8	80 a 100
1.18 mm	Nº16	50 a 85
600 µm	Nº30	25 a 60
300 µm	Nº50	5 a 30
150 µm	Nº10	0 a 10

Fuente: Norma técnica peruana NTP

✓ Agregado grueso:

Se considera un material que se usa para la construcción como un ingrediente que requiere el concreto. Este elemento es se obtiene de la piedra partida, la grava natural o triturada y su forma es angular o semiangular para lograr una adecuada integración. El agregado grueso es aquel material retenido por el tamiz nº 4 o 4.75 mm y logra llegar a los requisitos que exige la NTP 400.37.

Tabla 2. *Limites granulométricos del agregado grueso*

Tamiz		% que pasa (masa)
37.5 mm	1 1/2''	100
25 mm	1''	80 a 100
12.5 mm	1/2''	25 a 60
4.75 mm	Nº4	0 a 10
2.36 mm	Nº8	0 a 5

Fuente: Norma técnica peruana NTP

Dosificación de mezcla de concreto con agregado grueso reciclado

El ACI comité 211 suministra un procedimiento de diseño de mezcla de concreto que se encuentra sintetizado y basado en ensayos de los agregados con los cuales se obtiene valores, a su vez, son usados para cuantificar una unidad cúbica de concreto (Apayco, Carhuaricra, Ramos, & Salazar, 2016, pg. 4).(Ver tablas de ACI en anexo 4).

El procedimiento para llevar a cabo un diseño de mezcla de concreto ha ido ampliándose y evolucionando con el pasar de los años, debido a la necesidad del proyecto, tomando en cuenta de analíticos experimentales hasta empíricos. Por ello, surgieron algunas guías como el ACI para generar mayor calidad al concreto (Osorio, 2013).

Los siguientes ensayos fueron realizados para elaborar el diseño de mezcla:

- Método de prueba estándar para la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso (ASTM C127, 2015, pg. 1)
- Método de prueba estándar para análisis de tamices de agregados finos y gruesos (ASTM C136, 2014, pg.1)

Propiedades físicas del concreto

Propiedades físicas del concreto son aquellas características obtenidas de la medición u observación simple, sin someter a manipulación al concreto para observar su comportamiento.

Consistencia

El asentamiento se explica como un índice de consistencia del concreto, y esta se vincula con la fluidez de la mezcla. El asentamiento debe diferenciarse de la trabajabilidad (NTP 339.035 y ASTM C-143). Además es realizado en un ensayo que se constituye en un equipo que tiene la figura de cono (molde de metal cónico de 300 mm (12 pulg.) de altura, con 200 mm (8 pulg.) de diámetro de base y 100 mm (4 pulg.) de diámetro de la parte superior) para lo cual se utiliza una varilla de 16 mm de diámetro (5/8 pulg.) y 600 mm (24 pulg.) de largo el cual tiene la punta ovalada (Valera Pajuelo, 2017, pg. 30).

“Este método de ensayo cubre la determinación del asentamiento de concreto de cemento hidráulico, tanto en laboratorio como en el campo.peso unitario”(ASTM C143, 2018, pg. 1).

Tabla 3: Slump recomendado por el ACI

Tipo de Estructuras	Slump	
	máximo	mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"
Notas : 1) El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación. 2) El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.		

Fuente: ACI

Peso unitario

Esta propiedad es obtenida mediante un ensayo tiene como objetivo encontrar la pesantez de concreto fresco por unidad de volumen (metro cubico). Además, es usado para verificar la equivalencia del concreto, así como también se utiliza para verificar la productividad de la mezcla haciendo una comparación con el peso unitario de diseño y el real de obra.

$$PUCF \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Peso total}(\text{kg}) - \text{Peso recipiente}(\text{kg})}{\text{Volumen del recipiente}(\text{m}^3)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

“Este método de prueba cubre la determinación de la densidad del concreto recién mezclado y proporciona fórmulas para calcular el peso unitario” (ASTM C138, 2018, pg. 1).

La temperatura del concreto fresco

Medir la temperatura representa un factor importante en la calidad del concreto, tiempo de fraguado y resistencia del concreto. Para poder predecir el comportamiento y nivel de exposición frente a bajas y altas temperaturas.

Aquella metodología de ensayo provee un medio para medir la temperatura del concreto recién mezclado. Se puede usar para corroborar el cumplimiento de los requisitos específicos de la temperatura del concreto para la elaboración de un concreto de buena calidad (ASTM 1064, 2017, pg. 1).

Tabla 4: Criterios de aceptación de temperatura

Descripción		Criterio de Aceptación ASTM C 94/C 94M-07 - NTP 339.114				
		Sección mm	<300	300 - 900	900 - 1800	> 1800
Clima frío	Temp. mínima	°C	13	10	7	5
	Temp. máxima	32 °C				
Clima cálido	T = Más baja posible. Si T ≈ 32 °C se puede encontrar dificultades					

Fuente: NTP

Propiedades mecánicas del concreto

Las Propiedades mecánicas del concreto son aquellas características obtenidas luego de manipular o someter al concreto endurecido a pruebas que afecten su naturaleza, cuyas propiedades se utilizan para diseños en estructuras de concreto.

Resistencia a la compresión axial

La resistencia a la compresión axial cuantifica la suficiencia mecánica del concreto a soportar una fuerza externa de compresión (ensayada en probetas cilíndricas). Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm². Se prueba a diferentes edades: 3, 7, 21, 28 días. Importancia: Propiedad que decide la calidad de los concretos (Torre, 2004, pg. 13).

Se cuantifica el esfuerzo a la compresión a través del cociente de la carga máxima que soporta el modelo muestra y el área de la superficie que soporta la carga.

$$R_c = \frac{4G}{\pi} * d^2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión en kilogramos por centímetro cuadrado

G= La carga máxima de rotura en kilogramos

D= Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros

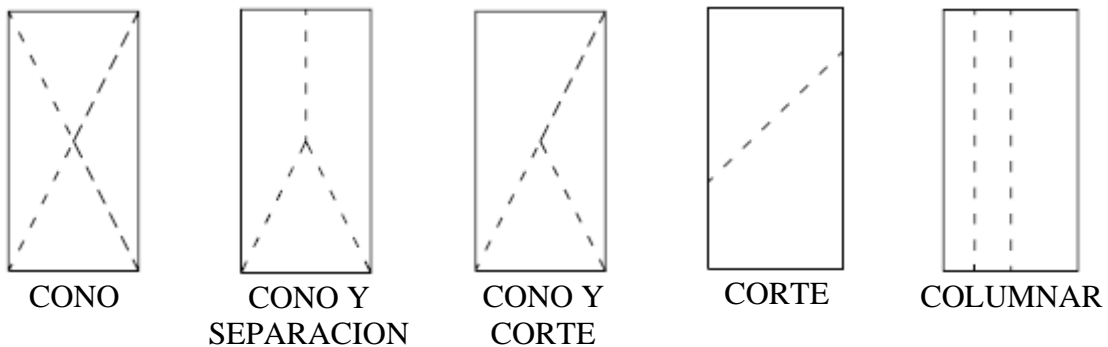


Figura 1: Ing. Villegas

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, la metodología de este ensayo es usado como sustento en el control de calidad en la dosificación, mezclado, y colocación del concreto; además es usado para verificar el cumplimiento de las especificaciones; también para el control de la efectividad de aditivos (ASTM C39, 2018, pg. 1)

Resistencia a la tracción por compresión diametral

Se le designa como resistencia a la tracción por compresión diametral: a cuya acción de imputar una carga máxima soportada a probetas cilíndricas fabricadas con concreto en estado sólido y endurecido. Este método se trata de una aplicación de fuerza compresión diametral que se encuentre dentro de un límite específico antes que ocurra la falla del de la probeta (ASTM C496, 2018, pg. 1).

$$T = \frac{2P}{\pi} * l * d \quad (\text{Ecuación 3})$$

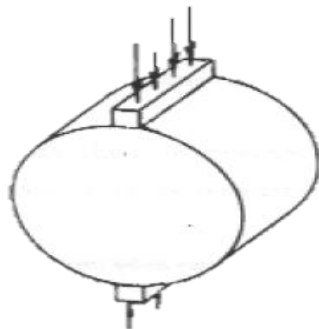
Donde:

T= Resistencia a la tracción por compresión diametral, kPa.

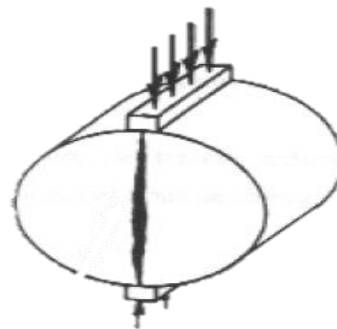
P= Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, kN.

l= Longitud, m

d= Diámetro, m



CONFIGURACIÓN
DE LA CARGA



ROTURA DE ENSAYO
DE TRACCIÓN

Figura 2: Modelo de rotura

Fuente tesis UPN

Comportamiento sísmico estructural

Definición

Según, (Borda & Pastor, 2007, pg. 14) manifiestan que el comportamiento sísmico, es representado por los valores máximos que alcanza en desplazamiento y las fuerza que intervienen en una estructura.

El comportamiento sísmico se establece a través de los cálculos efectuados en el análisis estructural, alcanzando valores máximos de desplazamiento, la cortante basal en el análisis estático y dinámico, es decir, las fuerzas que intervienen en todo la estructura y el comportamiento que presenta (Gaytán, 2017, pg. 11).

La norma técnica peruana E030 tiene por objetivo establecer las dimensiones de las secciones que cumplan con las derivas límites. Para luego proceder con el diseño de acuerdo a la norma E060.

El peso de la edificación

El peso sísmico es calculado con el ETABS que es un software de análisis estructural extremadamente potente y productivo, en parte debido al alto nivel de inteligencia incorporado teniendo muchas capacidades altamente automatizadas, lo que permite al usuario crear y analizar modelos de manera natural y eficiente para un ingeniero estructural. (Computers and Structures Inc., 2005, pg. 8)

El peso de la edificación se cuantificará añadiendo a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga (SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pg. 13).

Según el Art. 26 del RNE E-030, El peso (P), se calculará de la siguiente manera que se determinará de la siguiente manera:

$$\mathbf{P = 100\% CM + \dots \% CV} \quad \mathbf{(Ecuación 4)}$$

Donde:

P= Peso sísmico.

CM= Carga muerta

CV= Carga viva

Peso de una edificación (RNE E.020)
a. En edificaciones de las categorías A y B se tomará el 50% de la carga
b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
c. En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
e. En estructuras de tanque, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

Figura 3.1: Peso de una edificación

Fuente tesis RNE

La cortante basal

Según el Art. 28.2 del RNE E-030, La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por las siguientes expresiones:

$$V_b = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} (P_s) \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

V_b = Cortante basal por el sismo estático

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

C = Coeficiente Sísmico

S = Factor de Suelo

P_s = Peso sísmico

R = Factor de reducción sísmica

$$V_{b_{se}} = S_a * P_s \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

$V_{b_{se}}$ = Cortante basal por el sismo estático

S_a = Seudo aceleración

P_s = Peso sísmico

$$V_{b_{sd}} \geq 80\% V_{b_{se}} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

$V_{b_{se}}$ = Cortante basal por el sismo estático

$V_{b_{sd}}$ = Cortante basal por el sismo dinámico

El máximo de desplazamiento lateral

Para calcular el máximo desplazamiento se necesita hacer uso de las funciones del espectro de respuesta son funciones de aceleración psuedo-espectral versus funciones de período para su uso en el análisis. (Computers and Structures Inc., 2005, pg. 11)

Según el Art. 26 del RNE E-030, **El máximo de desplazamiento lateral** para una estructura regular en un análisis lineal es obtenido por el producto del desplazamiento y 0.75 del factor de reducción sísmica (R), para el caso de edificaciones irregulares, pero no se multiplica por 0.75 (SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pg. 13).

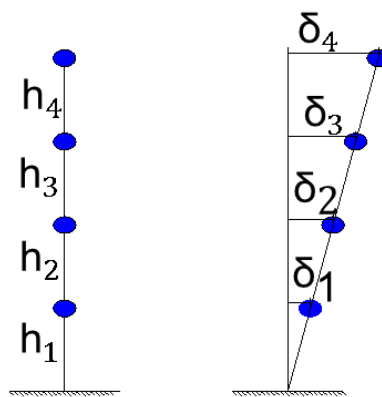


Figura 4: Desplazamiento lateral
Fuente: Elaboración propia

$$\Delta_{\text{elástico}}(i) = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

$\Delta_{\text{elástico}}(i)$ = Deriva elástica

δ_i = Desplazamiento

δ_{i-1} = Desplazamiento del piso anterior

h_i = altura de entrepiso

$$\Delta_{\text{inelástico}}(i) \begin{cases} 0.75 * R * \Delta_{\text{elástico}}(i) & \text{Regular} \\ R * \Delta_{\text{elástico}}(i) & \text{Irregular} \end{cases}$$

Donde:

$\Delta_{\text{elástico}}(i)$ = Deriva elástica

$\Delta_{\text{inelástico}}(i)$ = Deriva inelástica

R = Factor de reducción sísmica

Los desplazamientos laterales también llamados derivas son chequeados por los desplazamientos laterales permisibles, mediante solicitaciones máximas que limitan a una edificación en función al material predominante.

Tabla 5. Límites para las derivas en una edificación

Límites para la distorsión de entrepiso	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: RNE E-030

Formulación de problema

las preguntas de investigación son claras y concisas que nos orientan hacia las respuestas planteadas en la investigación. En todos los casos las preguntas no deben tener términos ambiguos.

Problema general

- ¿Cuánto varía el comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado?

Problemas específicos

- ¿En cuánto se alteraría el peso sísmico de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado?
- ¿Cuánto se alteraría la cortante basal de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado?
- ¿Cuánto se alteraría el máximo desplazamiento lateral de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado?

Justificación del estudio

Metodológica

Se tomarán como herramientas: fichas técnicas y/o reporte del software, pruebas de ensayo del concreto.

Práctica

Según los objetivos planteados, su resultado nos permitirá saber si las edificaciones de baja altura tienen un buen comportamiento sísmico o no. Para luego con las estrategias propuestas hacer uso del material reciclado en edificaciones.

Social

Al argumentar que un concreto con agregado grueso reciclado alcanza los requerimientos sísmicos se está resguardando la vida humana antes que se denote el colapso de la estructura. Al ubicarse el país, Perú, en una zona altamente sísmica, las edificaciones están exigidas a cumplir con el reglamento sísmico (NTP E-030).

Ambiental

El aprovechar los desechos de construcción, desmonte, para ser usado como insumo de construcción reciclado en una edificación alcanzando las normativas sísmicas establecidas en una estructura sostenible significa un gran aporte relevante para el medio ambiente, ya que, Lima origina diariamente 19000 toneladas de desmonte que, por lo general, son gestionadas de manera informal, cuyo destino final es el mar o las laderas de un río ocasionando daños irreparables al medio ambiente.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

- El comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura mejora debido al uso de concreto con agregado grueso reciclado.

Hipótesis específicas

- El peso sísmico de edificaciones de baja altura se reduce por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.
- La cortante basal de edificaciones de baja altura disminuye por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.
- El máximo desplazamiento de edificaciones de baja altura aumenta por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Demostrar cuánto varía el comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado.

Objetivos específicos

- Determinar cuánto se alteraría el peso sísmico de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.
- Evaluar en cuánto se alteraría el máximo desplazamiento de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.
- Evaluar en cuánto se alteraría el máximo desplazamiento de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de Investigación: Aplicada

Según Behar Rivero Daniel (2008) El tipo de investigación aplicada es aquella que se vincula con la investigación básica, por ello este tipo de investigación depende de los estudios previos o investigaciones existentes (marco teórico). Esta investigación se fundamenta en dar solución a problemas concretos en situaciones concretos y no teóricos. Este tipo de investigación no busca realizar nuevas teorías si no aplicar o ejecutar una teoría.

La presente investigación es del **tipo aplicada** ya que se fundamenta en un marco teórico y en una solución práctica, útil y de fácil aplicación para responder a la problemática mediante la utilidad del RCD para el concreto evaluando su respuesta sísmica estructural en edificaciones de baja altura.

2.1.2. Diseño de Investigación: Cuasi experimental

La cualidad principal de cuasi experimento es que no es aleatorio y menos aún existe un grupo de control. Formando grupos de investigación que no son a al azar, ni hay igualdad del grupo tratamiento con el de control, también indica que los grupos planteados no deben ser exactamente iguales para que tenga sentido la experimentación. (Salinas, 2012, p. 20).

Esta investigación es **cuasi experimental** porque nos permite manipular la variable independiente y los resultados obtenidos no serán exactamente iguales debido a la modificación.

GE	O_1	X	O_2
GC	O_3		O_4

Figura 5: Diseño cuasi experimental

Fuente: Salinas

Donde:

X = Variable experimental

$O_1 \times O_2$ = Mediciones pre-test de la variable dependiente

$O_3 \times O_4$ = Mediciones post-test de la variable dependiente

GE = Grupo experimental

GC = Grupo control

2.2.Operacionalización de variables

Tabla 6: Matriz de operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
V1: Concreto con agregado grueso reciclado	A la mezcla de cemento con agregados provenientes de residuos del concreto, se le denomina concreto reciclado (Sumari, 2016, pag.16)	El concreto reciclado es fabricado con mezcla reciclada o con agregados reciclados que son apropiados para su uso. Cuyo principal requisito para su uso es no disminuir las propiedades físico mecánicas que demanda la normativa utilizada.(Carizaile, 2015, pág.11).	• Propiedades físicas del concreto reciclado.	• Asentamiento • Peso unitario • Temperatura	Ficha de recopilación de datos	Razón
			• Propiedades mecánicas del concreto reciclado.	• Resistencia a la compresión axial • Resistencia a la tracción por compresión diametral		
			• Dosificación de concreto reciclado.	• Cantidad de agregados • Cantidad de cemento • Cantidad de agua		
V2: Comportamiento sísmico estructural	Según (Borda Meza, y otros, 2007 pág. 14) manifiestan que la comportamiento sísmico, se representa por los valores máximos que alcanza en desplazamiento y las fuerzas que actúan en una estructura.	El comportamiento sísmico se determina a través de los cálculos realizados en el análisis estructural, obteniendo valores máximos de desplazamiento, la cortante basal en el análisis estático y dinámico es decir las fuerzas que intervienen en todo la estructura y el comportamiento que manifiesta (Gaytán, 2017 pág. 11)	• El peso sísmico.	• Sobrecarga de la edificación • Sección de los elementos estructurales	Ficha de recopilación de datos	Razón
			• La cortante basal	• Parámetros sísmicos • Sesudo aceleración • Espectro de respuesta		
			• Máximo desplazamiento lateral.	• Agregados • Cemento • Agua		

Fuente: Elaboración propia

2.3.Población, Muestra y Muestreo

2.3.1.Población

“Es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas que tienen atributos o características comunes, susceptibles a ser observados” (Valderrama, 2013, pg.182).

La población de esta investigación queda delimitada por todas las edificaciones de baja altura con concretos de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Comas.

2.3.2.Muestra

“Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla” (Murria, 1991, pg. 25).

Ya que el muestreo de la presente investigación fue no probabilístico intencional, se tomó como muestra representativa de la población 3 edificaciones de baja altura con concreto de resistencia $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Comas.

2.3.3.Muestreo: No probabilístico

Según Valderrama, el muestreo es realizado mediante un proceso de selección de una parte representativa de la población, mediante tal selección es posible la estimación de los parámetros de población. También indica los tipos de muestreo: el probabilístico y el no probabilístico, El muestro no probabilístico tiene tres formas que son el muestreo intencional, muestreo “bola de nieve” y muestreo por cuotas. En esta investigación se utiliza el muestreo **no probabilístico intencional** ya que se seleccionó la muestra por razones de criterio y comodidad (2013, pg. 188).

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas: Observación directa

(Rojas soriano, 2002, pág. 178). Refiere que la técnica, engloba un conjunto de reglas, operaciones específicas que guían la construcción y el control de los instrumentos de recolección y análisis de datos.

La técnica de la investigación es usada como una herramienta para el investigador como parte del método científico. La técnica de la presente investigación fue la **observación directa**.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos: Ficha de recopilación de datos

(Rojas Soriano, 1991 pág. 204) señala que una herramienta de investigación tiene que brindar información justa y precisa para poder ser procesada y analizada de manera correcta. Además, debe indicar el método estadístico que va aplicar.

En el presente proyecto de investigación se usó la ficha de recolección de datos como instrumento para poder medir de forma precisa los indicadores planteados.

2.4.3. Validez y confiabilidad: Ficha de Validación del instrumento

Validez de la ficha de recolección de datos (Se realizará mediante el juicio de expertos que son tres ingenieros graduados en el colegio de ingenieros con basta experiencia en el presente tema de investigación). (Ver anexo 3)

Tabla 7: Rango de interpretación de la confiabilidad

Rango	Puntaje
De 0.0 a 0.20	Muy baja (rehacer el instrumento)
De 0.21 a 0.40	Baja (revisión del instrumento)
De 0.41 a 0.61	Media (instrumento poco confiable)
De 0.61 a 0.80	Alta (instrumento confiable y aceptable)
De 0.81 a 1.00	Muy alta (instrumento altamente confiable)

Fuente: Pamella y Martins, metodología de investigación cuantitativa

Según la validación de la tesis por juicio de expertos se dice que la tesis es válida en un 83%.

Tabla 8: Juicio de expertos

	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable independiente	0.8	0.9	0.8	0.83
Variable dependiente	0.8	0.9	0.8	0.83
Total				0.83

Fuente: Elaboración Propia

2.5.Procedimiento

- Diseño de mezcla: Se realizará la comparación en dosificación de mezcla entre un concreto convencional y un concreto usando agregado grueso reciclado. Se trabajará haciendo uso de las tablas simplificadas del ACI, el diseño de mezcla se hará con una resistencia común en edificaciones ($F'c=210 \text{ kg/cm}^2$).
- Ensayos de laboratorio: Con el diseño de mezcla propuesto ($F'c=210\text{kg/cm}^2$), se realizarán ensayos al concreto de control de calidad (asentamiento, peso unitario y temperatura) y la resistencia en probetas cilíndricas.
- Análisis estructural: Con la finalidad de observar el efecto en el comportamiento sísmico de edificaciones de baja altura (5, 4 y 3 pisos) al usar concreto con agregado grueso reciclado. Se realizará un análisis estructural en Etabs.
 - ✓ la sobrecarga será para vivienda ($S/C=200 \text{ kg/m}^2$). Según lo indica la norma E020 de cargas (SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006, pg. 2).
 - ✓ Se determinaran los pesos sísmicos y la cortante basal de las edificaciones de baja altura, haciendo uso de la norma E030 (SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009)
 - ✓ Se chequearán los máximos desplazamientos laterales por efecto de las cargas.

2.6.Métodos de análisis de datos

En el presente proyecto de investigación se aplicará el método **hipotético-deductivo** ya que este método nos permitirá juntar, observar, analizar, ordenar y representar los datos recolectados en mediante la experimentación en el laboratorio MTL GEOTECNIA, esto nos permitirá plantearnos hipótesis tentativas. Además, este método nos permite llenar fichas de recolección de datos, formatos de laboratorio y fichas de observación que también contarán con una confiabilidad y validez que también son valoradas más adelante, con el objetivo de describir los efectos que produce la utilización de agregado grueso reciclado

2.7.Aspectos éticos

La presente tesis fue realizada respetando la privacidad y confidencialidad de la información presentada, dicha información fue evaluada y revisada por el software TURNITIN para avalar la confiabilidad y privacidad de la información, además se referencio a los autores citados en la investigación según lo indica la norma ISO.

III. RESULTADOS

3.1. Concreto reciclado

3.1.1. Propiedades físicas de los agregados y cemento

Las propiedades físicas de los agregados fueron calculadas con fines de conocer la dosificación en un diseño mezcla para estimar 1 m³ de concreto. Los agregados fueron obtenidos de la cantera Trapiche (Ver anexo 6)

Tabla 9: Propiedades físicas

Material	Peso específico g/cm ³	Modulo fineza	Hum. Natural %	Absorción %	P. Unitario s. Kg/m ³	P. Unitario c. Kg/m ³
Cemento sol tipo I	3.12	-	-	-	-	-
Agregado fino	2.65	2.82	0.6	1	1415	1738
Agregado grueso	2.63	7.44	0.2	1.1	1392	1559
A.g. reciclado	2.38	-	0.3	5.6	864	1050

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Diseños de mezcla

Datos para el diseño de mezcla

Resistencia	: 210 kg/cm ²	
Resistencia requerida	: 294 kg/cm ²	
Asentamiento	: 2" a 4"	Según tabla del ACI (Anexo 4 tabla 68)
Tamaño máximo nominal	: 1"	
Relación agua cemento	: 0.62	Según tabla del ACI (Anexo 4 tabla 69)
Agua	: 223 lts/m ³	Según tabla del ACI (Anexo 4 tabla 70)
Total de aire atrapado %	: 1.5	Según tabla del ACI (Anexo 4 tabla 70)
Volumen del agregado grueso:	0.668	Según tabla del ACI (Anexo 4 tabla 71)

En la presente investigación se realizaron 4 diseños de mezcla para medir la dosificación para 1m³ de concreto tanto para un diseño patrón como para diseños con agregado grueso reciclado. (Ver anexo 6)

Tabla 10: Dosificación

Componente	m ³			
	Grupo control	Grupo experimental A.G.R. 25 %	Grupo experimental A.G.R. 50 %	Grupo experimental A.G.R. 100 %
Cemento	8.4941	8.4941	8.4941	8.4941
Agua	0.2342	0.2426	0.2510	0.2230
Agregado fino	0.5964	0.5964	0.5964	0.5928
Agregado grueso	0.6237	0.4678	0.3119	0.0000
A.G. Reciclado	-	0.2269	0.4538	0.9075

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Propiedades físicas del concreto

3.1.3.1. Consistencia.

Según la norma ASTM C 143 o NTP 339.035. La consistencia de la muestra grupo control es 3 1/4"; y mientras que las muestras del grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100% son 3 1/2", 5 1/4" y 5 3/4" respectivamente. Se puede observar que la consistencia de la muestra grupo experimental A.G.R. 50% y 100% se elevan en 61.54% y 76.92% respectivamente con respecto a la muestra grupo control. Siendo la muestra grupo experimental A.G.R. 25 % la que más se aproxima a la muestra grupo control (Ver anexo 6).

Tabla II: Resistencia a la compresión axial de las muestras

Muestra	N° De ensayo	Consistencia (pulgadas)	Promedio (pulgadas)	$\Delta\%$ al grupo control
Grupo control	1	3	3 1/4	0.00%
	2	3 1/2		
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1	3 1/2	3 1/2	7.69%
	2	3 1/2		
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1	5	5 1/4	61.54%
	2	5 1/2		
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1	5 1/2	5 3/4	76.92%
	2	6		

*relación a/c=0.62

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE LA CONSISTENCIA ENTRE LOS DISEÑOS DE MEZCLA

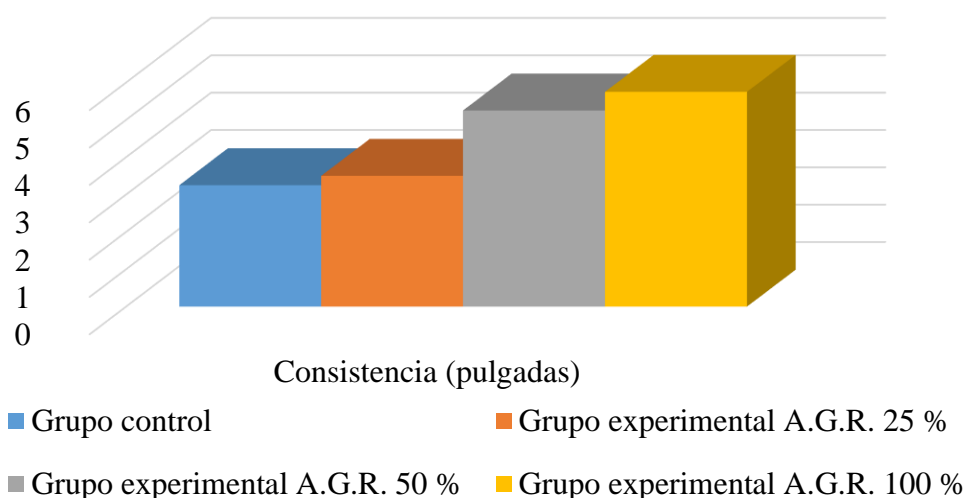


Figura 6: Comparación de consistencia para los diseños de mezcla

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. Peso unitario

Según la norma ASTM C 138 o NTP 336.046. (Ver anexo 6) De los resultados del ensayo se obtuvo que el peso unitario de la muestra grupo control es 2399.3 kg/m³; y mientras que las muestras grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100% son 2359.4 kg/m³, 2306.9 kg/m³ y 2239.9 kg/m³ respectivamente. Se puede observar que el PU de las muestras grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100% se reducen al 1.66%, 3.85% y 6.64% respectivamente con respecto a la muestra grupo control. Esta reducción del PU es debido a la calidad del agregado grueso reciclado que presenta porosidad en su estructura. (Ver anexo 6)

Tabla 12: Resistencia a la compresión axial de las muestras

Muestra	Nº De ensayo	Peso de molde (Kg)	Peso de molde + muestra(Kg)	Volumen de molde (m ³)	Peso unitario (Kg/m ³)	Peso unitario (Kg/m ³) Promedio	Δ% al grupo control
Grupo control	1	2.363	8.990	0.002760	2401	2399	0.00%
	2	2.363	8.980	0.002760	2397		
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1	2.363	8.870	0.002760	2358	2359	1.67%
	2	2.363	8.880	0.002760	2361		
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1	2.363	8.740	0.002760	2311	2307	3.83%
	2	2.363	8.720	0.002760	2303		
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1	2.363	8.540	0.002760	2238	2240	6.63%
	2	2.363	8.550	0.002760	2242		

*relación a/c=0.62

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DEL PESO UNITARIO ENTRE LOS DISEÑOS DE MEZCLA

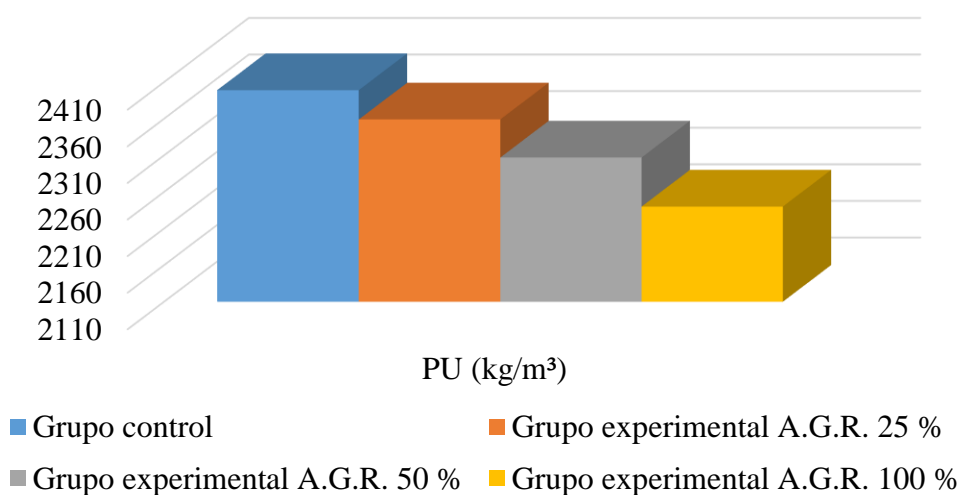


Figura 7: Comparación de los PU para los diseños de mezcla.

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3. Temperatura

Según la norma ASTM C 1064 y NTP 339.184. La temperatura de la muestra grupo control es 21.55°C; y mientras que las muestras grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100% son 21.8°C, 21.95°C y 22.1°C respectivamente. Se puede observar que la temperatura de las muestras grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100% se eleva en 1.16%, 1.86% y 2.55% respectivamente con respecto a la muestra grupo control. Este aumento de la temperatura es debido a la calidad del agregado grueso reciclado que presenta porosidad en su estructura y por lo tanto absorbe más agua. (Ver anexo 6)

Tabla 13: Resistencia a la compresión axial de las muestras

Muestra	N° De ensayo	Temperatura °C	Temperatura promedio	Δ% al grupo control
Grupo control	1	21.6 °C	21.55 °C	0.00%
	2	21.5 °C		
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1	21.8 °C	21.8 °C	1.16%
	2	21.8 °C		
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1	22 °C	21.95 °C	1.86%
	2	21.9 °C		
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1	22.1 °C	22.1 °C	2.55%
	2	22.1 °C		

*relación a/c=0.62

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE LA TEMPERATURA ENTRE LOS DISEÑOS DE MEZCLA

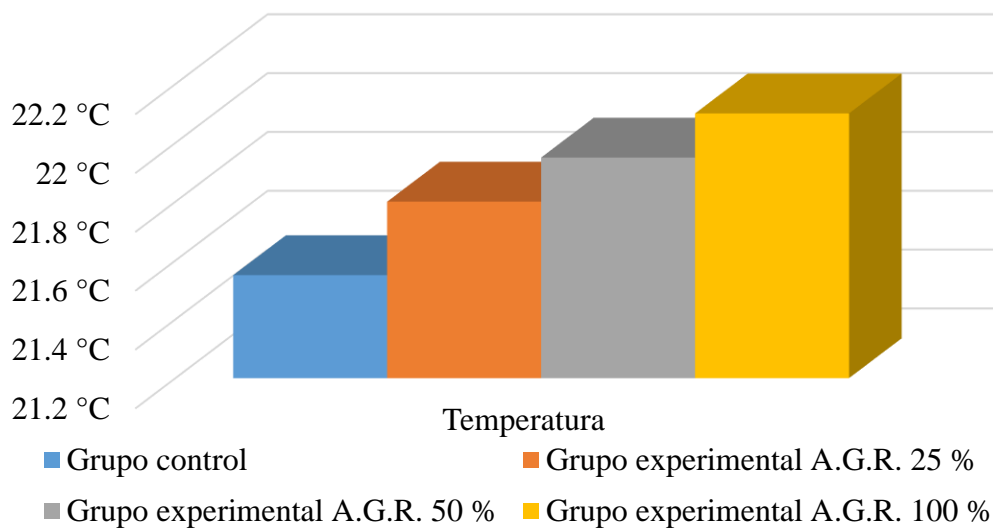


Figura 8: Comparación de la temperatura para los diseños de mezcla.

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Propiedades mecánicas

3.1.4.1. Resistencia a la compresión axial

Este ensayo se llevó a cabo en muestras de probetas cilíndricas desacuerdo con las normas ASTM C 39 o NTP 339.034.

Las mezclas de concreto son diseñadas con resistencias específicas dependiendo de la estructura requerida. Los resultados de la resistencia a la compresión se emplean para determinar que la mezcla de concreto diseñada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada en el diseño de mezcla. (Ver anexo 6)

Tabla 14: Resistencia a la compresión axial de las muestras

Muestra	N° De ensayo	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)											
		7 días 04/06/19	7 días \bar{x}	% F'c diseño	$\Delta\%$ al grupo control	14 días 11/06/19	14 días \bar{x}	% F'c diseño	$\Delta\%$ al grupo control	28 días 28/05/19	28 días \bar{x}	% F'c diseño	$\Delta\%$ al grupo control
Grupo control	1	213.3	213.97	101.89%	100.00%	257.8	262.37	124.94%	100.00%	287.8	286.50	136.43%	100.00%
	2	213.9				264.9				287.4			
	3	214.7				264.4				284.3			
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1	208.9	206.33	98.25%	96.43%	277.2	275.57	131.22%	105.03%	282	282.67	134.60%	98.66%
	2	204				274.3				284.6			
	3	206.1				275.2				281.4			
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1	182.7	191.47	91.17%	89.48%	257.2	265.70	126.52%	101.27%	277.2	275.57	131.22%	96.18%
	2	199.4				272.7				274.3			
	3	192.3				267.2				275.2			
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1	192.8	193.57	92.17%	90.47%	233.5	237.80	113.24%	90.64%	245.1	243.37	115.89%	84.94%
	2	194.7				242				240.7			
	3	193.2				237.9				244.3			

*relación a/c=0.62

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión axial de la muestra grupo experimental A.G.R. 25 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 206.33 kg/cm², 275.56 kg/cm² y 282.66 kg/cm² en comparación a los valores de 213.96 kg/cm², 262.36 kg/cm² y 286.5 kg/cm² de la muestra grupo control. Representando un 96.43%, 105.03% y 98.66% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra grupo experimental A.G.R. 25 % presenta un aumento de la resistencia axial de 1.34% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

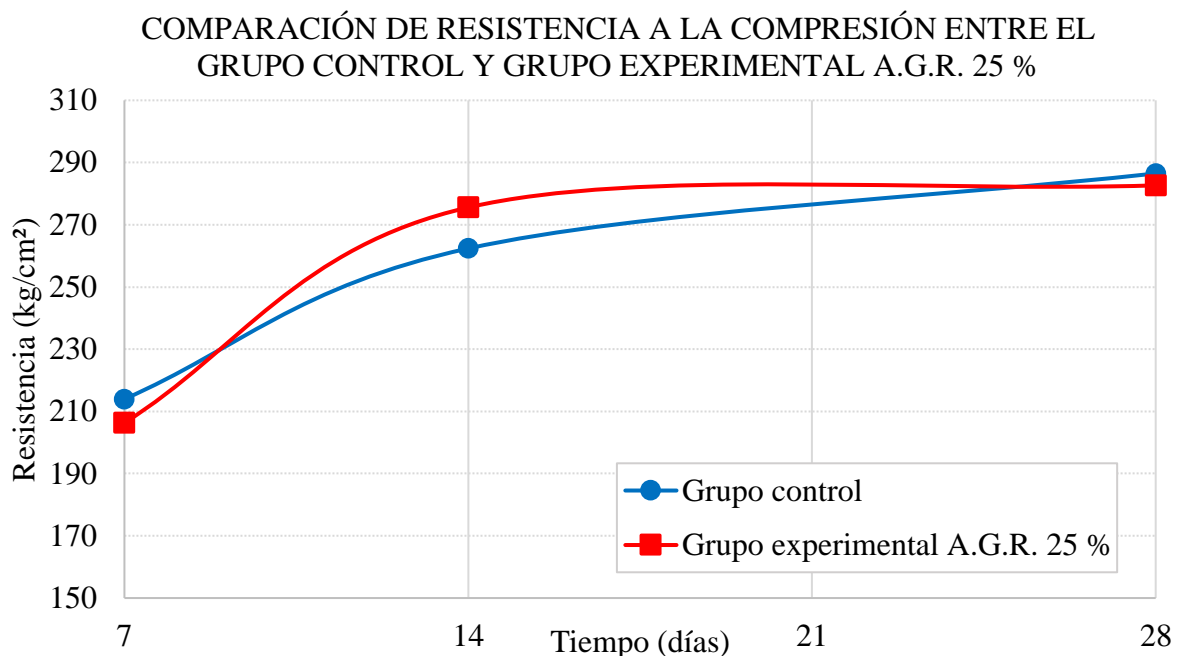


Figura 9: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.
Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión axial de la muestra grupo experimental A.G.R. 50 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 191.46 kg/cm², 265.7 kg/cm² y 275.56 kg/cm² en comparación a los valores de 213.96 kg/cm², 262.36 kg/cm² y 286.5 kg/cm² de la muestra grupo control. Representando un 89.48%, 101.27% y 96.18% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra grupo experimental A.G.R. 50 % presenta una disminución de la resistencia axial de 3.82% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE EL GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL A.G.R. 50 %

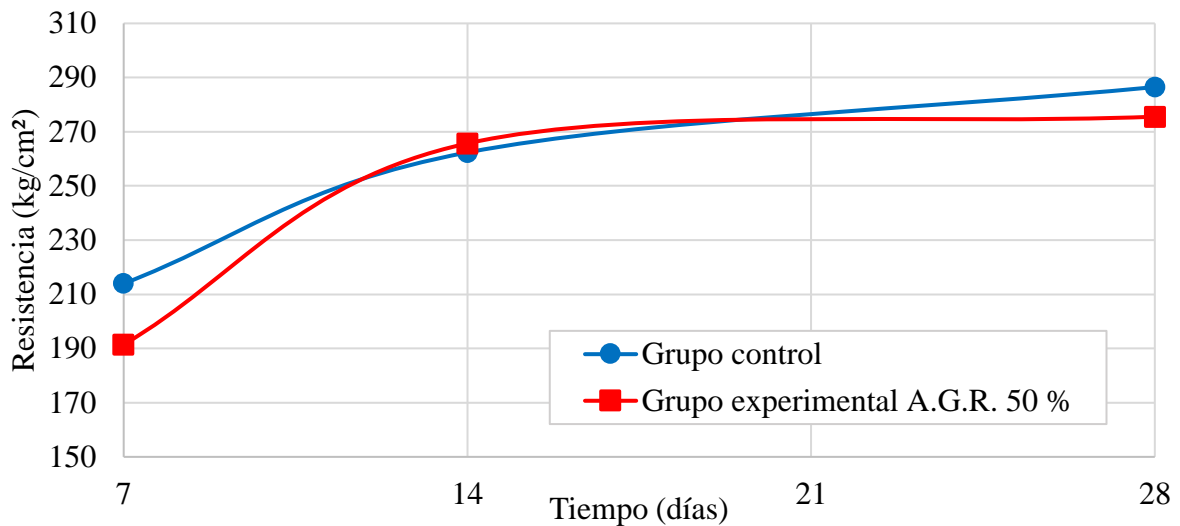


Figura 10: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión axial de la muestra grupo experimental A.G.R. 100 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 193.56 kg/cm², 237.8 kg/cm² y 243.36 kg/cm² en comparación a los valores de 213.96 kg/cm², 262.36 kg/cm² y 286.5 kg/cm² de la muestra grupo control. Representando un 90.4%, 90.6% y 84.9% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra da grupo experimental A.G.R. 100 % presenta una disminución de la resistencia axial de 15.06% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE EL GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL A.G.R. 100 %

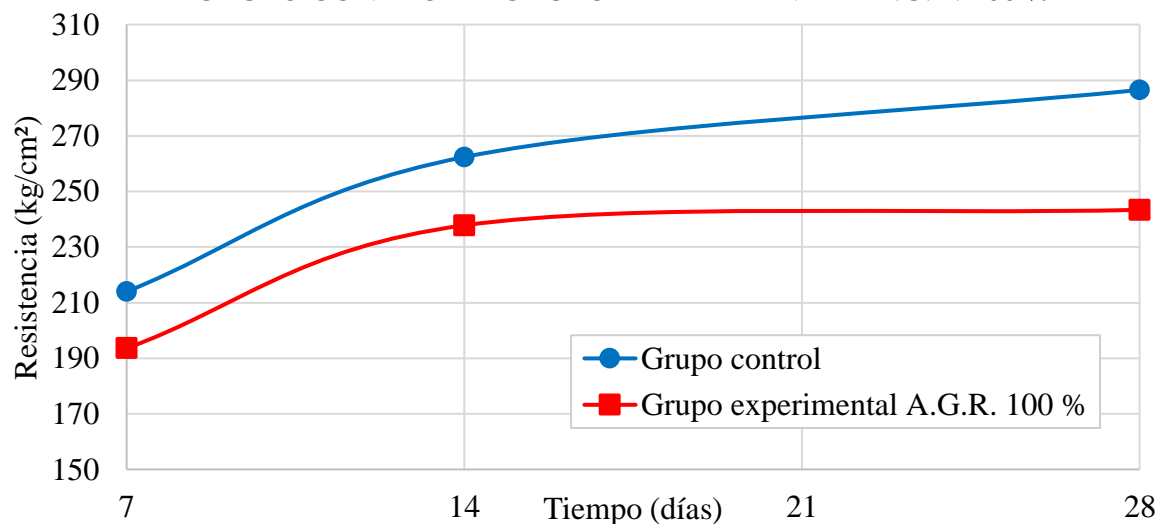


Figura 11: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.

Fuente: Elaboración propia

En general los valores de la resistencia a la compresión axial de la muestra grupo experimental A.G.R. 25%, 50% y 100 % están por debajo de la muestra grupo control, esto se explica por la menor calidad del agregado reciclado que es debida principalmente a la porosidad del mortero adherido al agregado grueso reciclado. En el siguiente grafico se muestra un resumen de la resistencia a los 28 días de edad para los diseños de mezcla. (Ver anexo 6)

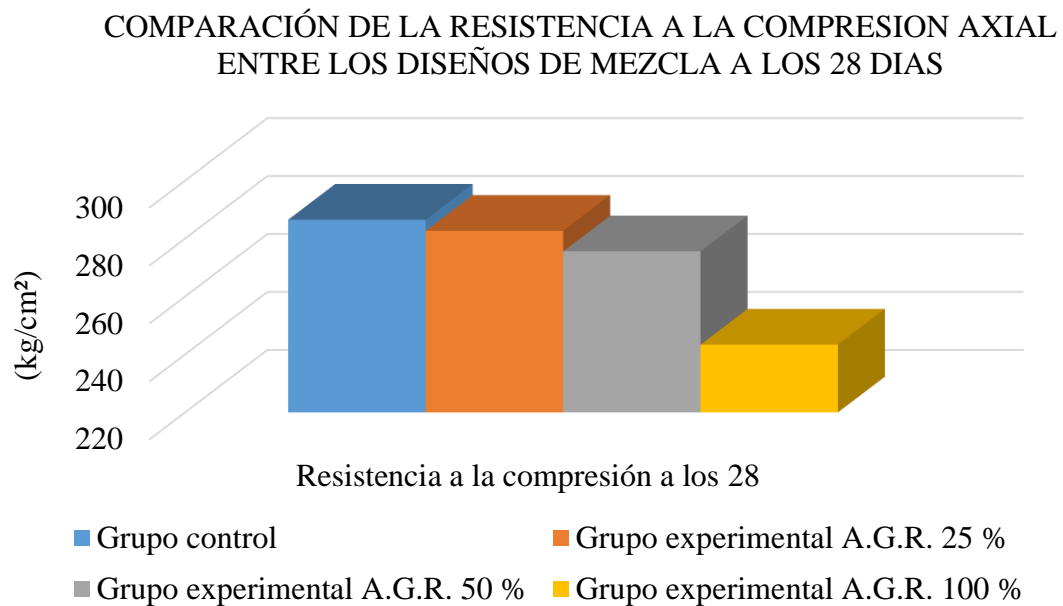


Figura 12: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.
Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2. Resistencia a ala tracción por compresión diametral

Este ensayo se llevó a cabo en muestras de probetas cilíndricas desacuerdo con las normas Norma NTP 339.084.

El ensayo de tracción diametral consiste en someter cargar a probetas cilíndricas a lo largo de sus dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura de la muestra. (Ver anexo 6)

Tabla 15: Resistencia a la tracción por compresión diametral de las muestras

Muestra	N° De ensayo	Resistencia a la tracción (kg/cm ²)											
		Carga (kg)	7 días 04/06/19	7 días \bar{X}	$\Delta\%$ al grupo control	Carga (kg)	14 días 11/06/19	14 días \bar{X}	$\Delta\%$ al grupo control	Carga (kg)	28 días 28/05/19	28 días \bar{X}	$\Delta\%$ al grupo control
Grupo control	1	6211	20	19.67	100.00%	7815	25	24.33	100.00%	9875	31	30.67	100.00%
	2	6315	20			7586	24			9756	31		
	3	6112	19			7687	24			9345	30		
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1	6256	20	20.00	101.69%	7085	23	22.67	93.15%	9112	29	29.00	94.57%
	2	6315	20			7011	22			9245	29		
	3	6287	20			7124	23			9152	29		
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1	5054	16	16.33	83.05%	6812	22	21.67	89.04%	8013	26	26.00	84.78%
	2	5132	16			6765	22			8152	26		
	3	5198	17			6546	21			8242	26		
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1	5499	18	17.33	88.14%	6600	21	20.67	84.93%	7684	24	24.67	80.43%
	2	5378	17			6435	20			7865	25		
	3	5264	17			6547	21			7762	25		

*relación a/c=0.62

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción de la muestra reciclada grupo experimental A.G.R. 25 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 22.67 kg/cm², 22.67 kg/cm² y 29 kg/cm² en comparación a los valores de 19.67 kg/cm², 24.33 kg/cm² y 30.67 kg/cm² de la muestra patrón. Representando un 101.69%, 93.15% y 94.57% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra grupo experimental A.G.R. 25 % presenta un aumento de la resistencia a la tracción de 5.43% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

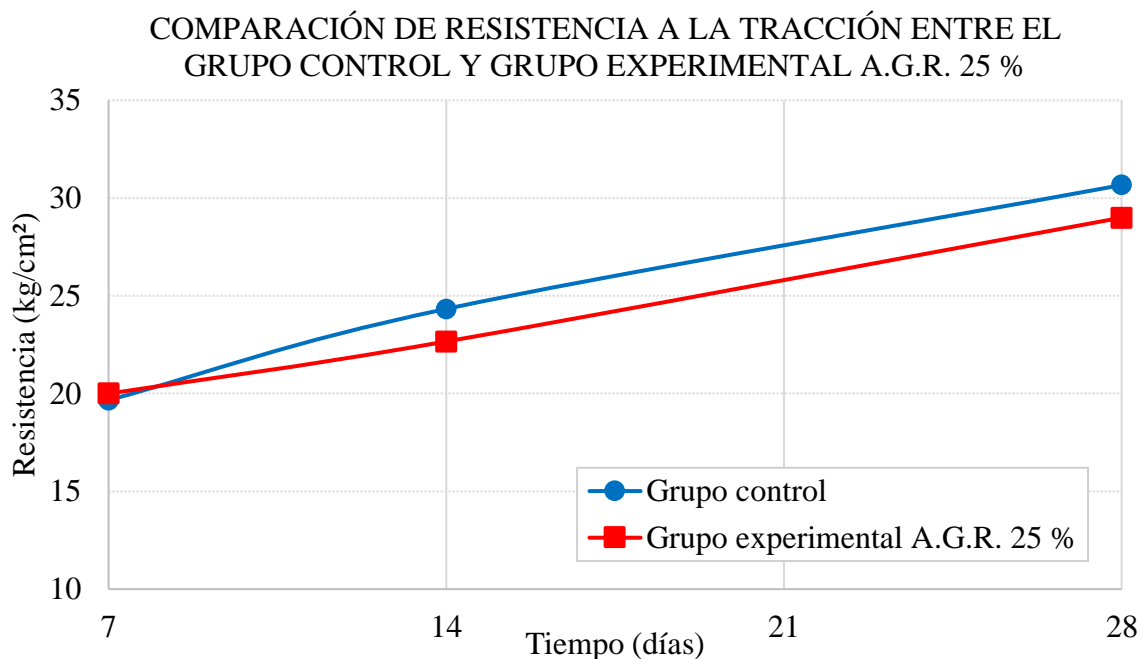


Figura 13: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.
Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción de la muestra reciclada grupo experimental A.G.R. 50 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 16.33 kg/cm², 21.67 kg/cm² y 26 kg/cm² en comparación a los valores de 19.67 kg/cm², 24.33 kg/cm² y 30.67 kg/cm² de la muestra grupo control. Representando un 83.05%, 89.04% y 84.78% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra grupo experimental A.G.R. 50 % presenta una disminución de la resistencia a la tracción de 15.22% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ENTRE EL GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL A.G.R. 50 %

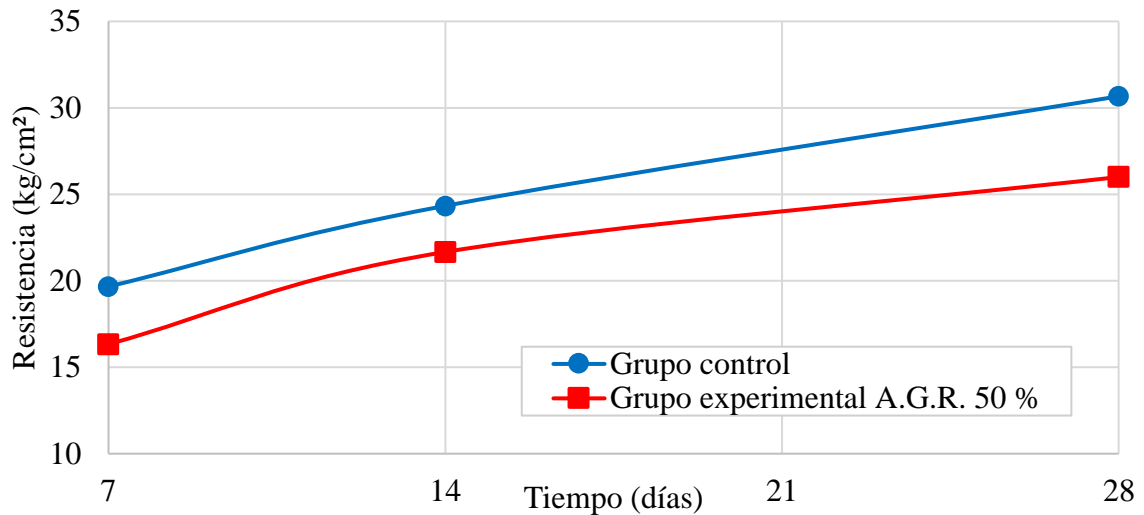


Figura 14: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.
Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción de la muestra grupo experimental A.G.R. 100 % para las edades 7, 14 y 28 días, presenta los siguientes valores: 17.33 kg/cm², 20.67 kg/cm² y 24.67 kg/cm² en comparación a los valores de 19.67 kg/cm², 24.33 kg/cm² y 30.67 kg/cm² de la muestra grupo control. Representando un 88.14%, 84.93% y 80.43% respectivamente, en comparación de la muestra grupo control. En promedio se puede decir que en esta comparación la muestra grupo experimental A.G.R. 100 % presenta una disminución de la resistencia a la tracción de 19.57% con respecto a la muestra grupo control en edades desde los 7 a 28 días. (Ver anexo 6)

COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ENTRE EL GRUPO CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL A.G.R. 100 %

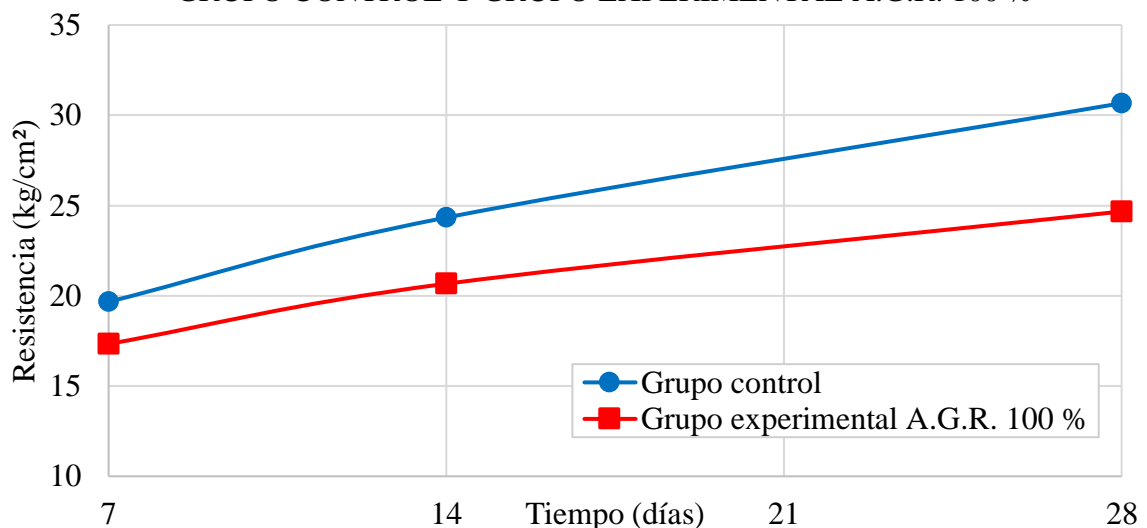


Figura 15: Comparación de la resistencia para los diseños de mezcla.
Fuente: Elaboración propia

3.2. Comportamiento sísmico estructural

3.2.1. Descripción general del proyecto

El presente análisis estructural se realiza para determinar el comportamiento sísmico en edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos regulares para viviendas multifamiliares con concreto convencional y concreto reciclado (Diseño de mezcla M-2: Diseño 25% A.G. Reciclado) el cual comprende realizar un modelado tridimensionalmente. Se usarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto calculadas en la etapa de laboratorio. (Ver plano anexo 9)

3.2.2. Materiales Utilizados

Las características de los materiales lo adquirimos de los planos de la edificación.

Especificaciones técnicas del concreto

- Concreto armado $F'C = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad tanto del concreto convencional y concreto reciclado:

$$E = 15000 \times \sqrt{F'C \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$E = 15000 \times \sqrt{210} = 217370.6512 \text{ kg/cm}^2$$

- Peso específico
Concreto convencional: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
Concreto reciclado: $\gamma = 2359 \text{ kg/m}^3$
- Recubrimientos
Columna: 4.0cm, Vigas Peraltadas: 4.0cm, Vigas chatas y losas: 2.0cm

Especificaciones técnicas del acero

- Esfuerzo de fluencia $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$
- Módulo de elasticidad $E = 2 \times 10^7 \text{ Tn/m}^2$

3.2.3. Predimensionamiento

Después de la realización del plano de distribución se prosiguió a realizar el análisis estructural de las edificaciones que cuentan con columnas, vigas, losas y muros estructurales.

Losa

$$H = \frac{L_n}{25} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

L_n : Luz mayor de la losa aligerada

H: Peralte de la losa aligerada

✓ Cálculo: Como el espesor de la losa no depende del número de pisos, el predimensionamiento para las losas será el mismo.

De acuerdo al plano de estructuras la luz mayor de la losa es: $L_n = 4.73 \text{ m}$

Luego de saber la luz mayor se procederá a determinar el peralte: $H = \frac{4.73}{25} = 0.20 \text{ m}$

Tabla 16: Resumen de predimensionamiento de losa

	5 Niveles	4 Niveles	3 Niveles
Losa	20 cm	20 cm	20 cm

Fuente: Elaboración propia

Viga

$$H = \frac{L_n}{12} \quad (\text{Ecuación 11}) \quad b = \frac{H}{2}; b \geq 25 \text{ cm} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

L_n : Luz mayor de la viga

H: Peralte de la viga

b: Base de la viga

✓ Cálculo: Como las dimensiones de las vigas no dependen del número de pisos, el predimensionamiento para estas será el mismo.

Viga principal

De acuerdo al plano de estructuras la luz mayor de la viga es: $L_n = 5.00 \text{ m}$

Luego de saber la luz mayor se procederá a determinar el peralte: $H = \frac{5.00}{12} = 0.45 \text{ m}$

Luego se procede a calcular la base: $b \geq 25 \text{ cm}; \quad b = \frac{0.45}{2} = 0.25 \text{ m} \quad \rightarrow b = 0.25 \text{ m}$

Viga secundaria

De acuerdo al plano de estructuras la luz mayor de la viga es: $L_n = 4.73 \text{ m}$

Luego de saber la luz mayor se procedera a determinar el peralte: $H = \frac{4.73}{12} = 0.40 \text{ m}$

Luego se procede a calcular la base: $b \geq 25 \text{ cm}$; $b = \frac{0.40}{2} = 0.20 \text{ m} \rightarrow b = 0.25 \text{ m}$

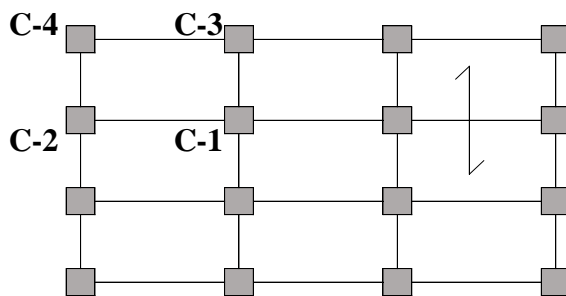
Tabla 17: Resumen de predimensionamiento de viga

5 Niveles	V. Principal	25x45
	V. Secundaria	25x40
4 Niveles	V. Principal	25x45
	V. Secundaria	25x40
3 Niveles	V. Principal	25x45
	V. Secundaria	25x40

Fuente: Elaboración propia

Columna

✓ Formula: La columna se calculará con las siguientes formulas



C1	Columna central
C2	Columna extrema de un pórtico principal interior
C3	Columna extrema de un pórtico secundario interior
C4	Columna en esquina

$$P_s = P \cdot N^{\circ} \text{ pisos} \cdot A_t \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

$$b \cdot D = \frac{P_s}{0.45 \cdot F'_c} \quad (\text{Ecuación 14})$$

P_s : Carga de servicio

$$b \cdot D = \frac{P_s}{0.35 \cdot F'_c} \quad (\text{Ecuación 15})$$

P : Peso de servicio según categoría

N° pisos: Numero de pisos

Carga de servicio

Categoría. A $P= 1500 \text{ kg}$

A_t : Area tributaria

Categoría. B $P= 1250 \text{ kg}$

$D*b$: Sección de la columna

Categoría. C $P= 1000 \text{ kg}$

F'_c : Resistencia a al compresion

✓ Cálculo:

Como el predimensionamiento de concreto reciclado y convencional se realizan de la misma manera, será parte de un mismo cálculo.

Tabla 18: Predimensionamiento de columna de 5 pisos

COL	TIPO	Zona sísmica	A tribu (m ²)	Categoría	Peso (kg/m ²)	Nº pisos	P servicio (KG)	F'C (kg/m ²)	Coef. Tipo Columna	Area Min. Col (cm ²)	B (cm)	H (cm)	Sección
C1	I EX	4	17.14	C	1000	5	85700	210	0.35	1165.99	30	40	30 X 40
C2	P.S EX	4	11.83	C	1000	5	59150	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35
C3	P.P	4	8.57	C	1000	5	42850	210	0.35	1000.00	30	35	30 X 35
C4	ES	4	5.91	C	1000	5	29550	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Predimensionamiento de columna de 4 pisos

COL	TIPO	Zona sísmica	A tribu (m ²)	Categoría	Peso (kg/m ²)	Nº pisos	P servicio (KG)	F'C (kg/m ²)	Coef. Tipo Columna	Area Min. Col (cm ²)	B (cm)	H (cm)	Sección
C1	I	4	17.14	C	1000	4	68560	210	0.35	1000.00	30	35	30 X 35
C2	EX	4	11.83	C	1000	4	47320	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35
C3	P.S EX P.P	4	8.57	C	1000	4	34280	210	0.35	1000.00	30	35	30 X 35
C4	ES	4	5.91	C	1000	4	23640	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Predimensionamiento de columna de 3 pisos

COL	TIPO	Zona sísmica	A tribu (m ²)	Categoría	Peso (kg/m ²)	Nº pisos	P servicio (KG)	F'C (kg/m ²)	Coef. Tipo Columna	Area Min. Col (cm ²)	B (cm)	H (cm)	Sección
C1	I	4	17.14	C	1000	3	51420	210	0.35	1000.00	30	35	30 X 35
C2	EX P.S	4	11.83	C	1000	3	35490	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35
C3	EX P.P	4	8.57	C	1000	3	25710	210	0.35	1000.00	30	35	30 X 35
C4	ES	4	5.91	C	1000	3	17730	210	0.45	1000.00	30	35	30 X 35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Resumen de predimensionamiento de columna

	CONCRETO RECICLADO				CONCRETO CONVENCIONAL			
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-1	C-2	C-3	C-4
5 Niveles	30x40	30x40	30x35	30x35	30x40	30x40	30x35	30x35
4 Niveles	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35
3 Niveles	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35	30x35

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Metrado de cargas

El metrado de carga de acuerdo a la NTP E030 de la edificación de 5 pisos con concreto reciclado es 651364.99 kg, en comparación al valor 657923.5 kg de la edificación con concreto convencional, representando una disminución de 0.9968% en comparación a la carga de la edificación con concreto convencional. (Ver anexo 10)

Tabla 22: Resumen de metrado de cargas 5 pisos

Descripción			Concreto convencional 5 Pisos	Concreto reciclado 5 Pisos
	Tabiquería móvil	Albañilería		
CM	Acabado	Contrapiso (92 kg/m ²)	173661.25 kg	173661.25 kg
		Piso cerámico (21 kg/m ²)		
		Cielo raso (31.5 kg/m ²)		
	Losa	Aligerado ladrillos		
	PP	Estructura	383912.25 kg	377353.74 kg
CV	S/C	Vivienda (200kg/m ²)	89200 kg	89200 kg
CVT	S/C	Azotea (100kg/m ²)	11150 kg	11150 kg
Total			657923.5 kg	651364.99 kg

Fuente: Elaboración propia

El metrado de carga de acuerdo a la NTP E030 de la edificación de 4 pisos con concreto reciclado es 486144.64 kg, en comparación al valor 490904.2 kg de la edificación con concreto convencional, representando una disminución de 0.9695% en comparación a la carga de la edificación con concreto convencional. (Ver anexo 10)

Tabla 23: Resumen de metrado de cargas 4 pisos

Descripción			Concreto convencional 4 Pisos	Concreto reciclado 4 Pisos
	Tabiquería móvil	Albañilería		
CM	Acabado	Contrapiso (92 kg/m ²)	134246 kg	134246 kg
		Piso cerámico (21 kg/m ²)		
		Cielo raso (31.5 kg/m ²)		
	Losa	Aligerado ladrillos		
	PP	Estructura	278608.2 kg	273848.64 kg
CV	S/C	Vivienda (200kg/m ²)	66900 kg	66900 kg
CVT	S/C	Azotea (100kg/m ²)	11150 kg	11150 kg
Total			490904.2 kg	486144.64 kg

Fuente: Elaboración propia

El metrado de carga de acuerdo a la NTP E030 de la edificación de 3 pisos con concreto reciclado es 333799.42 kg, en comparación al valor 336983.8 kg de la edificación con concreto convencional, representando una disminución de 0.9450% en comparación a la carga de la edificación con concreto convencional. (Ver anexo 10)

Tabla 24: Resumen de metrado de cargas 3 pisos

Descripción		Concreto convencional 3 Pisos	Concreto reciclado 3 Pisos	
Tabiquería móvil	Albañilería			
CM	Acabado	94830.75 kg	94830.75 kg	
				Contrapiso (92 kg/m ²)
				Piso cerámico (21 kg/m ²)
	Cielo raso (31.5 kg/m ²)			
Losa	Aligerado ladrillos			
PP	Estructura	186403.05 kg	183218.67 kg	
CV	S/C	Vivienda (200kg/m ²)	44600 kg	
CVT	S/C	Azotea (100kg/m ²)	11150 kg	
Total		336983.8 kg	333799.42 kg	

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Modelo Estructural

Luego de predimensionar los elementos estructurales en las edificaciones se realizaron modelos analíticos tridimensionales con coordenadas para el análisis estructural. Los apoyos se consideraron como empotramientos perfectos en el primer piso.

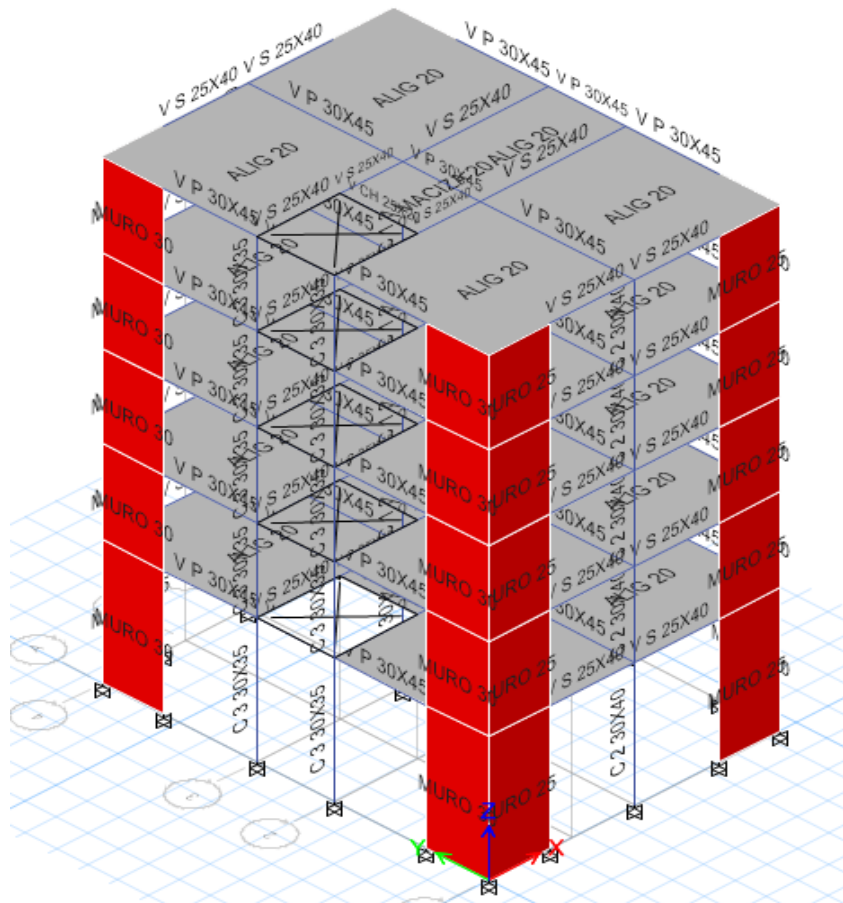


Figura 17: Edificación de 5 pisos

Fuente: Elaboración propia

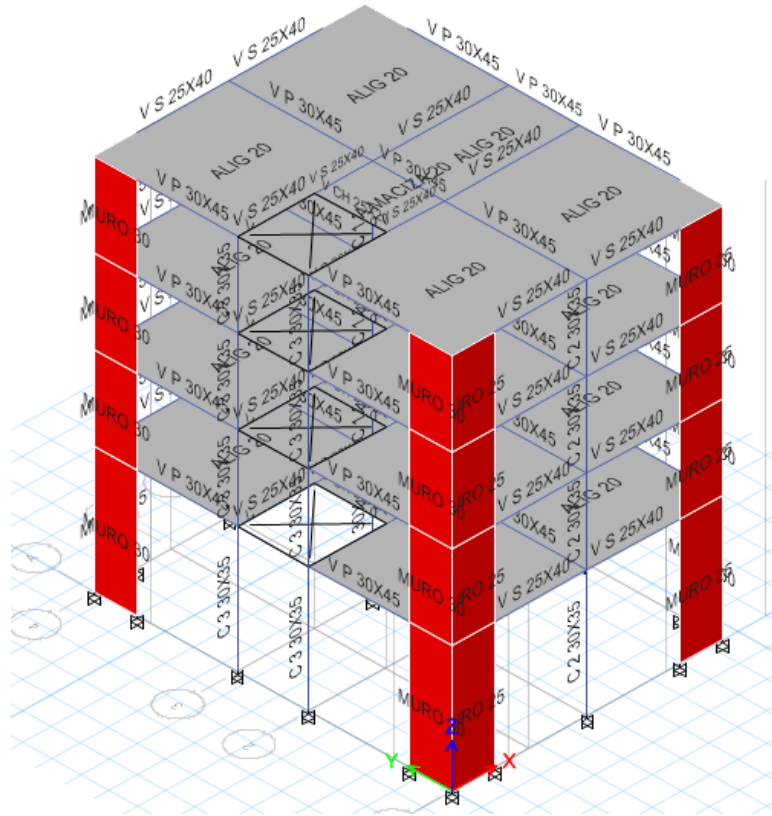


Figura 18: Edificación de 4 pisos
Fuente: Elaboración propia

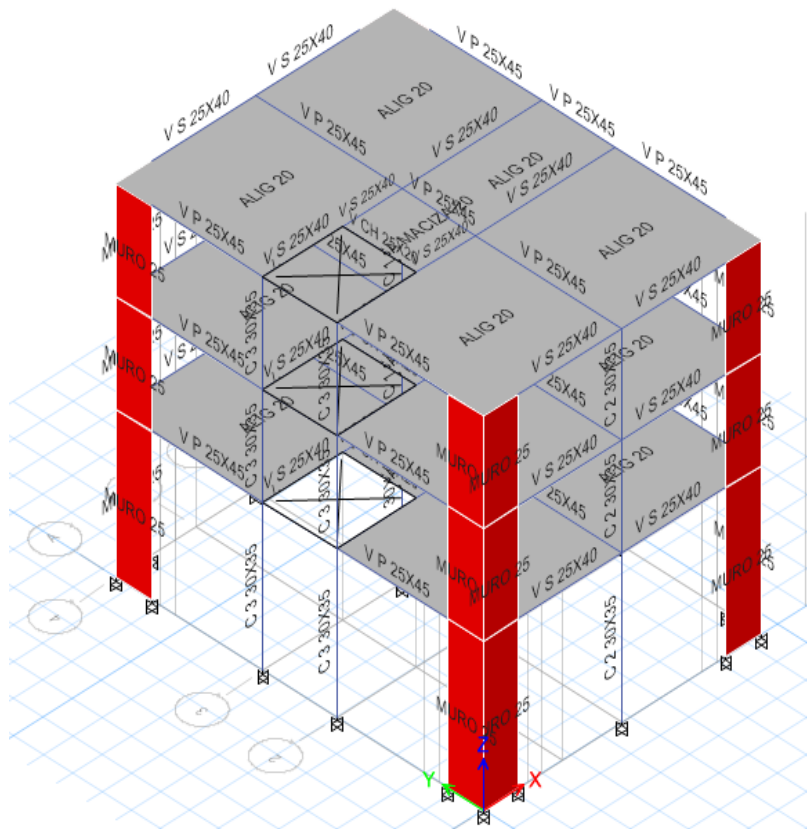


Figura 19: Edificación de 3 pisos
Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Períodos de vibración

Los periodos de vibración para las edificaciones son calculados en el modelo estructural del software etabs.

Los periodos para los casos de edificaciones de 5,4 y 3 pisos con concreto reciclado son 0.382, 0.371 y 0.311 para la dirección X y para la dirección Y son 0.353, 0.337 y 0.292 respectivamente, en comparación a los periodos de las edificaciones de 5, 4 y 3 pisos con concreto convencional que son 0.384, 0.373 y 0.313 para la dirección X y para la dirección Y son 0.355, 0.339 y 0.293 respectivamente. En promedio se puede decir que en esta comparación las edificaciones de 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución en el periodo de 0.521%, 0.536% y 0.639% para la dirección X y 0.563%, 0.590% y 0.341% para la dirección Y respectivamente debido al peso de la edificación.

Tabla 25: Resumen de los periodos de vibración de la edificación

Edificación	Concreto reciclado		Concreto convencional		Diferencia en X %	Diferencia en Y %
	Direc X-X	Direc Y-Y	Direc X-X	Direc Y-Y		
	T (seg)	T (seg)	T (seg)	T (seg)		
5 Pisos	0.382	0.353	0.384	0.355	0.521%	0.563%
4 Pisos	0.371	0.337	0.373	0.339	0.536%	0.590%
3 Pisos	0.311	0.292	0.313	0.293	0.639%	0.341%

Fuente: Elaboración propia

3.2.7. Análisis sísmico

La Norma E.030 indica que para realizar un análisis sísmico en una edificación usando el método de superposición espectral es necesario considerar como criterio de superposición el ponderado entre la suma de absolutos y la media cuadrática como se observa en esta ecuación:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2} \quad (\text{Ecuación 16})$$

como alternativa también la norma contempla el uso como criterio de superposición de la Combinación Cuadrática Completa (CQC). Es por ello que en esta investigación se optó por usar este metro de análisis estático y para la determinación del espectro de respuesta en un análisis dinámico.

A continuación, se realiza el cálculo de los parámetros que intervienen en un análisis sísmico.

Factor de zona (Z)

Según el Art. 2.1 del RNE E-030, La presente edificación está ubicada en Comas, lima y pertenece a la zona 4.



Figura 20: Zonificación
Fuente: RNE E-030

Tabla 26. Factor de zona

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: RNE E-030

Parámetros de sitio (S, TP Y TL)

Según el Art. 13 del RNE E-030, La presente edificación se encuentra en un suelo con grava, con arenas superficiales y/o afloramiento rocoso según datos de microzonificación del SISMIC. El suelo tiene características físicas de S2 intermedio con un factor de S2=1.05 y sus parámetros sitios son $T_p=0.6$ y $T_L=2$. (Ver anexo 8)

Tabla 27. Parámetros de sitio, factor de suelo

Suelo	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: RNE E-030

Tabla 28. Parámetros de sitio T_p y T_L

	Perfil del suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_p(s)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(s)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: RNE E-030

Categoría de la edificación (U).

Según el Art. 15 del RNE E-030, La presente edificación es para uso de vivienda y le corresponde un factor de uso $U=1.00$.

Tabla 29. Factor de uso de la edificación

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

Fuente: RNE E-030

Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerza sísmica (Ro).

Según el Art. 18.2 del RNE E-030, La presente edificación presenta un sistema estructural dual y le corresponde un coeficiente básico de reducción $R_o=7$.(Ver anexo 11)

Tabla 30. Coeficiente básico de reducción (Ro)

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción (Ro)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	8
otras estructuras de acero	
Arriostres excéntricos	7
Arriostres en cruz	6
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: RNE E-030

Factor de amplificación sísmico (C)

Según el Art. 14 del RNE E-030, El factor de amplificación sísmica (C) se determinará dependiendo de las características de sitio y este factor es calculado por las siguientes formulas (SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pg. 12)

$$\begin{aligned}T < T_p \dots \dots \dots C &= 2.5 \\T_p < T < T_L \dots C &= 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\T > T_L \dots \dots \dots C &= 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)\end{aligned}$$

Ecuación 17: Factor de amplificación sísmica

3.2.7.1. Análisis estático

Según el Art. 29.2 del RNE E-030, Las edificaciones se analizarán en las dos direcciones horizontales utilizando la siguiente formula de pseudo-aceleración de finido por la norma E-030. (Casemiro Victorio, 2012)

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} (g) \quad \text{(Ecuación 18)}$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

Z: Factor de Zona

U: Factor de Uso

C: Coeficiente Sísmico

S: Factor de Suelo

R: Coeficiente de reducción sísmica

g: Aceleración de la Gravedad

T: Periodo de vibración

T_p y T_L: Parámetros de sitio

El factor “Sa” para la edificación de 5 pisos con concreto reciclado es 0.169, siendo el mismo valor que en la edificación con concreto convencional. Esto se debe a que el periodo de las edificaciones es parecido.

Tabla 31: Parámetros sísmicos de una edificación de 5 pisos

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Zona	4	4	4	4
Z	0.45	0.45	0.45	0.45
Tipo de suelo	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios
S	1.05	1.05	1.05	1.05
Tp	0.6	0.6	0.6	0.6
Tl	2	2	2	2
Categoría	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes
U	1	1	1	1
Sistema	Dual	Dual	Dual	Dual
R	7	7	7	7
T	0.384 seg.	0.355 seg.	0.382 seg.	0.353 seg.
C	2.5	2.5	2.5	2.5
C/R ≥0.125	OK	OK	OK	OK
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169

Fuente: Elaboración propia

El factor “Sa” para la edificación de 4 pisos con concreto reciclado es 0.169, siendo el mismo valor que en la edificación con concreto convencional. Esto se debe a que el periodo de las edificaciones es parecido.

Tabla 32: Parámetros sísmicos de una edificación de 4 pisos

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Zona	4	4	4	4
Z	0.45	0.45	0.45	0.45
Tipo de suelo	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios
S	1.05	1.05	1.05	1.05
Tp	0.6	0.6	0.6	0.6
Tl	2	2	2	2
Categoría	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes
U	1	1	1	1
Sistema	Dual	Dual	Dual	Dual
R	7	7	7	7
T	0.373 seg.	0.339 seg.	0.371 seg.	0.337 seg.
C	2.5	2.5	2.5	2.5
C/R ≥0.125	OK	OK	OK	OK
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169

Fuente: Elaboración propia

El factor “Sa” para la edificación de 3 pisos con concreto reciclado es 0.169, siendo el mismo valor que en la edificación con concreto convencional. Esto se debe a que el periodo de las edificaciones es parecido.

Tabla 33: *Parámetros sísmicos de una edificación de 3 pisos*

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
Zona	4	4	4	4
Z	0.45	0.45	0.45	0.45
Tipo de suelo	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios	S2: Intermedios
S	1.05	1.05	1.05	1.05
Tp	0.6	0.6	0.6	0.6
Tl	2	2	2	2
Categoría	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes	C: Edificaciones Comunes
U	1	1	1	1
Sistema	Dual	Dual	Dual	Dual
R	7	7	7	7
T	0.313 seg.	0.293 seg.	0.311 seg.	0.292 seg.
C	2.5	2.5	2.5	2.5
C/R ≥0.125	OK	OK	OK	OK
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169

Fuente: *Elaboración propia*

3.2.7.2. Análisis dinámico

Para el análisis dinámico se calculará el espectro de respuesta en las dos direcciones horizontales utilizando la siguiente fórmula de pseudo-aceleración

$$S_a = \frac{Z_{USC}}{R} (g) \quad (\text{Ecuación 20})$$

El espectro de respuesta para las edificaciones de 5,4 y 3 pisos de concreto reciclado y concreto convencional será el mismo ya que los parámetros sísmicos son los mismos.

Tabla 34: *Parámetros sísmicos de las edificaciones*

Parámetros	Datos
Zona	4
Z	0.45
Tipo de suelo	S2: Suelos Intermedios
S	1.05
Tp	0.6
Tl	2
Categoría	C: Edificaciones Comunes
U	1
Sistema	Dual
R	7
g	9.81 m/s ²

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 35: Valores del Sa

C	T	Sa
2.50	0.00	0.169
2.50	0.02	0.169
2.50	0.04	0.169
2.50	0.06	0.169
2.50	0.08	0.169
2.50	0.10	0.169
2.50	0.12	0.169
2.50	0.20	0.169
2.50	0.25	0.169
2.50	0.30	0.169
2.50	0.35	0.169
2.50	0.40	0.169
2.50	0.45	0.169
2.50	0.50	0.169
2.50	0.55	0.169
2.50	0.60	0.169
2.31	0.65	0.156
2.14	0.70	0.145
2.00	0.75	0.135
1.88	0.80	0.127
1.76	0.85	0.119
1.67	0.90	0.113
1.58	0.95	0.107
1.50	1.00	0.101
1.36	1.10	0.092
1.25	1.20	0.084
1.15	1.30	0.078
1.07	1.40	0.072
1.00	1.50	0.068
0.94	1.60	0.063
0.88	1.70	0.060
0.83	1.80	0.056
0.79	1.90	0.053
0.75	2.00	0.051
0.59	2.25	0.040
0.48	2.50	0.032
0.40	2.75	0.027
0.33	3.00	0.023
0.19	4.00	0.013
0.12	5.00	0.008

Fuente: Elaboración propia

ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES X-X

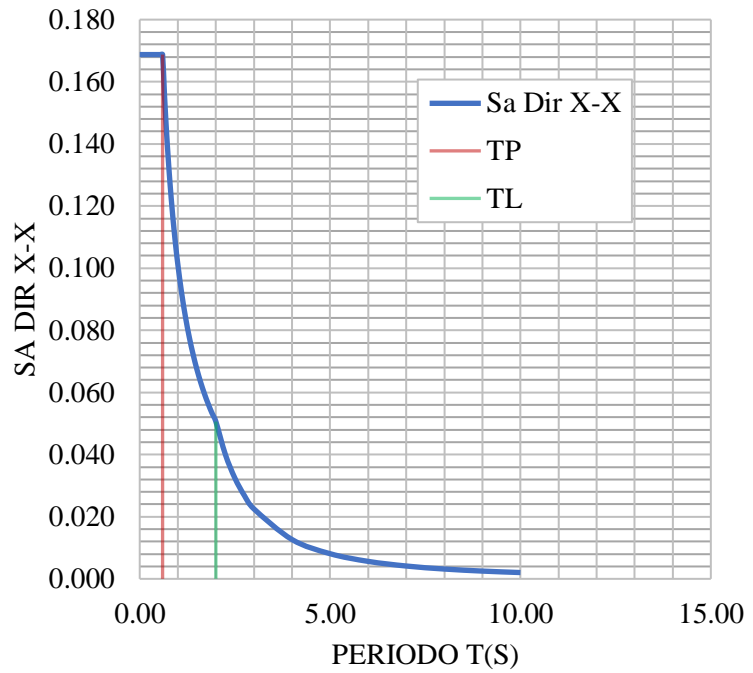


Figura 21: Espectro de respuesta
Fuente: Elaboración propia

ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES Y-Y

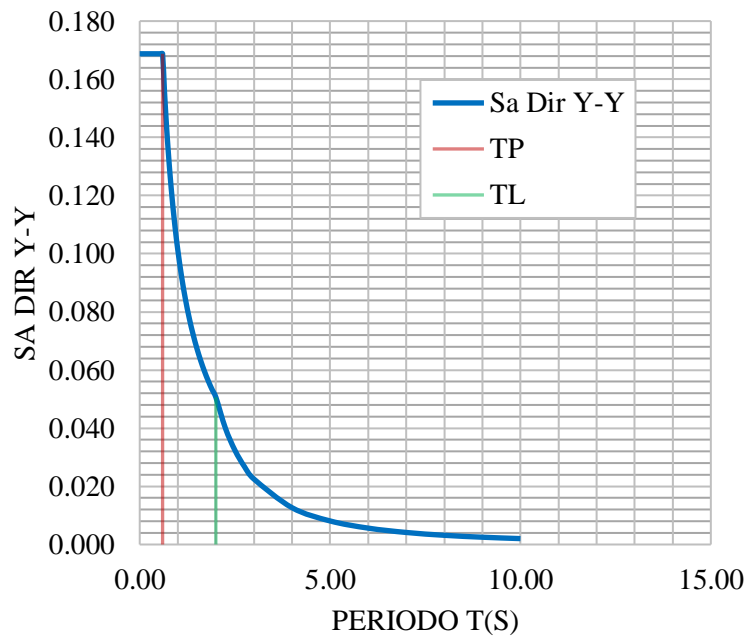


Figura 22: Espectro de respuesta
Fuente: Elaboración propio

3.2.7.3.Peso sísmico

El peso sísmico de la edificación de 5 pisos con concreto reciclado es 556032.49 kg y para la edificación con concreto convencional es 562591 kg; se puede observar que el peso sísmico para la edificación con concreto reciclado disminuye en 1.166% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al bajo peso unitario del concreto con agregado grueso reciclado.

Tabla 36: Peso sísmico en edificaciones de 5 pisos

Parámetros	Concreto convencional	Concreto reciclado	Δ%
Categoría	C	C	
Peso sísmico	$CM + 0.25*CV + 0.25*CVT$	$CM + 0.25*CV + 0.25*CVT$	
CM (kg)	557573.5	551014.99	
CV (kg)	8920	8920	
CVT (kg)	11150	11150	
Peso sísmico (kg)	562591	556032.49	1.166%

Fuente: Elaboración propia

El peso sísmico de la edificación de 4 pisos con concreto reciclado es 427607.14 kg y para la edificación con concreto convencional es 432366.7 kg; se puede observar que el peso sísmico para la edificación con concreto reciclado disminuye en 1.101% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al bajo peso unitario del concreto con agregado grueso reciclado.

Tabla 37: Peso sísmico en edificaciones de 4 pisos

Parámetros	Concreto convencional	Concreto reciclado	Δ%
Categoría	C	C	
Peso sísmico	$CM + 0.25*CV + 0.25*CVT$	$CM + 0.25*CV + 0.25*CVT$	
CM (kg)	412854.2	408094.64	
CV (kg)	66900	66900	
CVT (kg)	11150	11150	
Peso sísmico (kg)	432366.7	427607.14	1.101%

Fuente: Elaboración propia

El peso sísmico de la edificación de 3 pisos con concreto reciclado es 291986.92 kg y para la edificación con concreto convencional es 295171.3 kg; se puede observar que el peso sísmico para la edificación con concreto reciclado disminuye en 1.079% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al bajo peso unitario del concreto con agregado grueso reciclado.

Tabla 38: Peso sísmico en edificaciones de 3 pisos

Parámetros	Concreto convencional	Concreto reciclado	Δ%
Categoría	C	C	
Peso sísmico	$CM + 0.25 * CV + 0.25 * CVT$	$CM + 0.25 * CV + 0.25 * CVT$	
CM (kg)	281233.8	278049.42	
CV (kg)	44600	44600	
CVT (kg)	11150	11150	
Peso sísmico (kg)	295171.3	291986.92	1.079%

Fuente: Elaboración propia

Los pesos sísmicos para las edificaciones con concreto reciclado de 5, 4 y 3 pisos son 556032.49 kg, 427607.14 kg y 291986.92 kg respectivamente; mientras que en las edificaciones con concreto convencional son 562591 kg, 432366.7 kg y 295171.3 kg respectivamente. Se puede observar que los pesos sísmicos de las edificaciones con concreto reciclado disminuyen 1.166%, 1.101% y 1.079% respectivamente con respecto a las edificaciones con concreto convencional. Esta reducción del peso sísmico se explica por la menor calidad del agregado reciclado que se debe principalmente a la porosidad del mortero adherido al concreto.

COMPARACIÓN DEL PESO SÍSMICO EN EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA

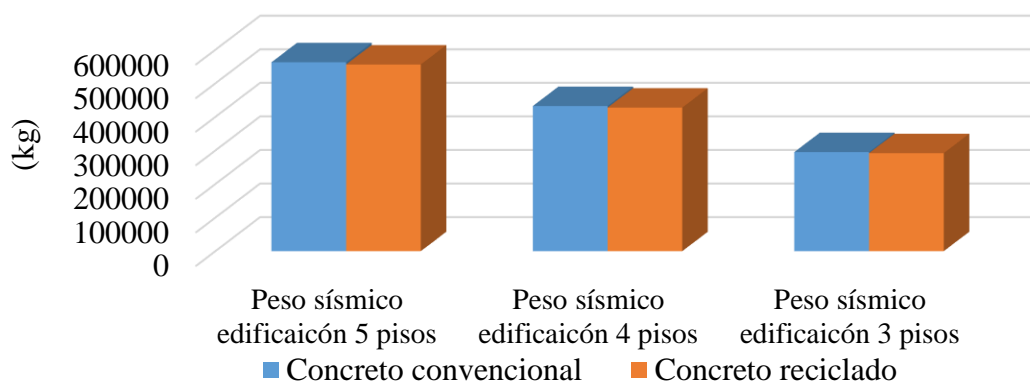


Figura 23: Comparación del peso sísmico en las edificaciones de baja altura.

Fuente: Elaboración propia

El peso sísmico para la edificación de 5 pisos con concreto reciclado presentó una disminución de 1.166% en comparación al peso sísmico de la edificación con concreto convencional.

El peso sísmico para la edificación de 4 pisos con concreto reciclado presentó una disminución de 1.101% en comparación al peso sísmico de la edificación con concreto convencional.

El peso sísmico para la edificación de 3 pisos con concreto reciclado presentó una disminución de 1.079% en comparación al peso sísmico de la edificación con concreto convencional.

3.2.7.4. Cortante basal

Según el Art. 28.2 del RNE E-030, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} (P) \quad (\text{Ecuación 21})$$

La cortante basal para la edificación de 5 pisos con concreto reciclado es 76032.41 kg para la dirección X y para la dirección Y es 76265.9 kg, estos valores disminuyen en 1.120 % para la dirección X y para la dirección Y en 1.120% en comparación a la cortante basal de la edificación con concreto convencional.

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0	-98469.71	0
Story1	SE Y	Bottom	0	0	-98469.71
Story1	SD X Max	Bottom	0	76893.62	0
Story1	SD Y Max	Bottom	0	0	77129.78

Figura 24: Cortante basal para la edificación de 5 pisos con concreto convencional

Fuente: Elaboración propia

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0	-97361.32	0
Story1	SE Y	Bottom	0	0	-97361.32
Story1	SD X Max	Bottom	0	76032.41	0
Story1	SD Y Max	Bottom	0	0	76265.9

Figura 25: Cortante basal para la edificación de 5 pisos con concreto reciclado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Cortante dinámico de diseño para una edificación de 5 pisos.

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado		Δ%	
	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169		
Peso sísmico efectivo	582661	582661	576102.48	576102.48		
V Estático	98469.71	98469.71	97361.32	97361.32		
V Dinámica	76893.62	77129.78	76032.41	76265.9		
Factor de escalamiento	1.00	1.00	1.00	1.00		
V Dinámica (Diseño)	76893.62	77129.78	76032.41	76265.9	1.12%	1.12%

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE LA CORTANTE BASAL ENTRE LA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO RECICLADO

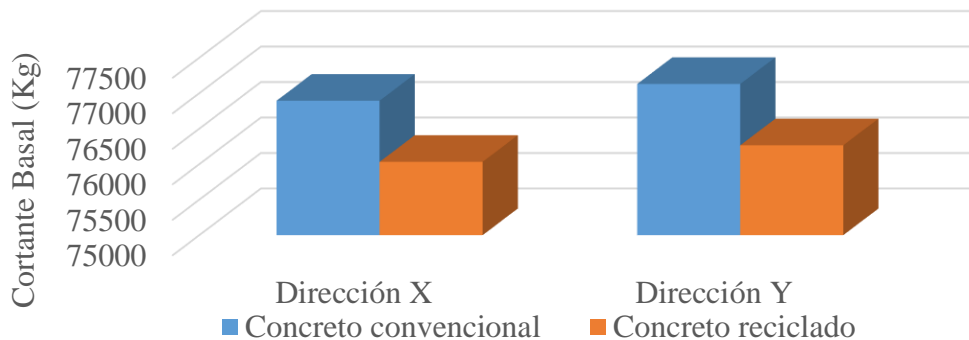


Figura 26: Comparación de la cortante del peso sísmico en la edificación de 5 pisos

Fuente: Elaboración propia

La cortante basal para la edificación de 4 pisos con concreto reciclado es 57902.57 kg para la dirección X y para la dirección Y es 58227.31 kg, estos valores disminuyen en 1.0958 % para la dirección X y para la dirección Y en 1.0957% en comparación a la cortante basal de la edificación con concreto convencional.

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0	-73069.97	0
Story1	SE Y	Bottom	0	0	-73069.97
Story1	SD X Max	Bottom	0	58544.08	0
Story1	SD Y Max	Bottom	0	0	58872.4

Figura 27: Cortante basal para la edificación de 4 pisos con concreto convencional
Fuente: Elaboración propia

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0	-72265.61	0
Story1	SE Y	Bottom	0	0	-72265.61
Story1	SD X Max	Bottom	0	57902.57	0
Story1	SD Y Max	Bottom	0	0	58227.31

Figura 28: Cortante basal para la edificación de 4 pisos con concreto reciclado
Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Cortante dinámico de diseño para una edificación de 4 pisos.

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado		$\Delta\%$	
	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169		
Peso sísmico efectivo	295171.3	295171.3	291986.92	291986.92		
V Estático	73069.97	73069.97	72265.61	72265.61		
V Dinámica	58544.08	58872.4	57902.57	58227.31		
Factor de escalamiento	1.00	1.00	1.00	1.00		
V Dinámica (Diseño)	58544.08	58872.4	57902.57	58227.31	1.10%	1.10%

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE LA CORTANTE BASAL ENTRE LA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO RECICLADO

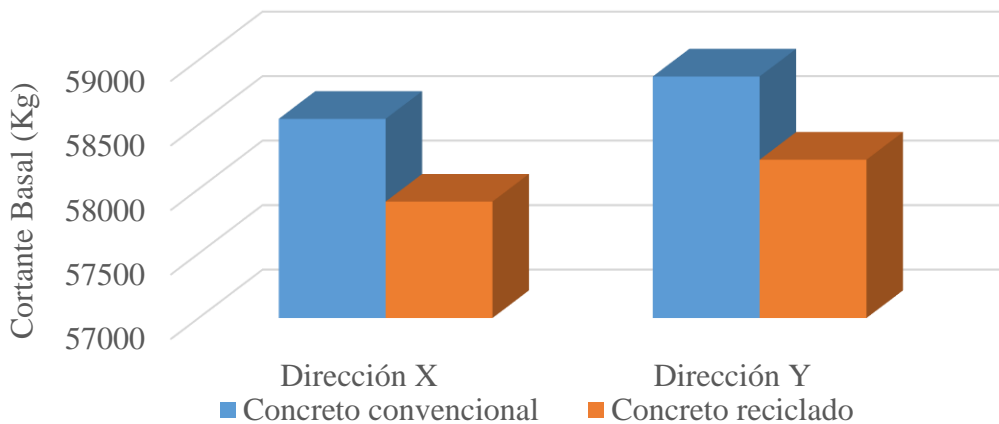


Figura 29: Comparación de la cortante del peso sísmico en la edificación de 4 pisos
Fuente: Elaboración propia

La cortante basal para la edificación de 3 pisos con concreto reciclado es 40983.33 kg para la dirección X y para la dirección Y es 41266.23 kg, estos valores disminuyen en 1.0754 % para la dirección X y para la dirección Y en 1.0752% en comparación a la cortante basal de la edificación con concreto convencional.

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0.002638	-49883.95	0
Story1	SE Y	Bottom	0.0001046	0	-49883.95
Story1	SD X Max	Bottom	0.002351	41428.85	0.0001851
Story1	SD Y Max	Bottom	6.461E-05	0.0001851	41714.73

Figura 30: Cortante basal para la edificación de 3 pisos con concreto convencional
Fuente: Elaboración propia

Story	Load Case/Combo	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Story1	SE X	Bottom	0.002606	-49345.79	0
Story1	SE Y	Bottom	0.0001032	0	-49345.79
Story1	SD X Max	Bottom	0.002322	40983.33	0.0001816
Story1	SD Y Max	Bottom	6.387E-05	0.0001816	41266.23

Figura 31: Cortante basal para la edificación de 3 pisos con concreto reciclado
Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Cortante dinámico de diseño para una edificación de 3 pisos.

Parámetros	Concreto convencional		Concreto reciclado		$\Delta\%$	
	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y	Direc. X	Direc. Y
Sa	0.169	0.169	0.169	0.169		
Peso sísmico efectivo	295171.3	295171.3	291986.92	291986.92		
V Estático	49883.95	49883.95	49345.79	49345.79		
V Dinámica	41428.85	41714.73	40983.33	41266.23		
Factor de escalamiento	1.00	1.00	1.00	1.00		
V Dinámica (Diseño)	41428.85	41714.73	40983.33	41266.23	1.08%	1.08%

Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE LA CORTANTE BASAL ENTRE LA EDIFICACIÓN DE 3 PISOS DE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO RECICLADO

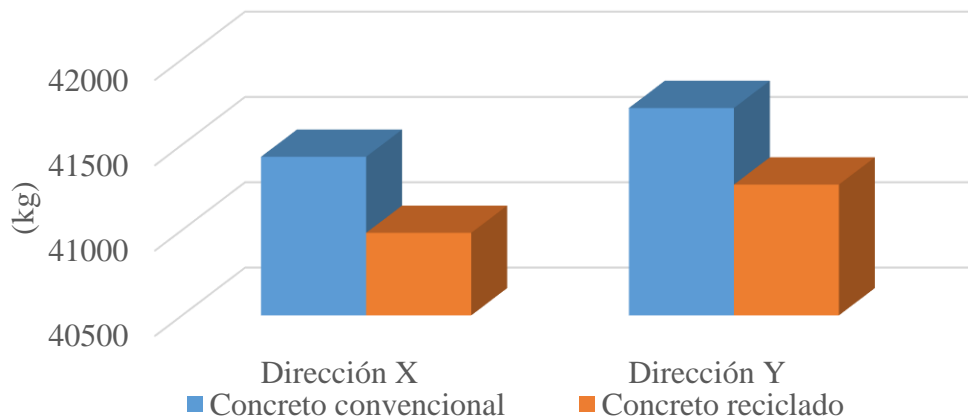


Figura 32: Comparación de la cortante del peso sísmico en la edificación de 3 pisos
Fuente: Elaboración propia

3.2.7.5. Irregularidades

Irregularidad estructural en planta

- **Irregularidad torsional**

Como se muestra en los cálculos la edificación no presenta irregularidad torsional ($I_p=1$).

$$\frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{cm}}} < 1.2 \rightarrow \text{OK} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde:

D máx. = Deriva máxima

D cm. = Deriva del centro de masa

Edificación de 5 pisos:

Tabla 42: Irregularidad torsional para la edificación con concreto convencional.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story5	0.0034	0.0034	1.0028	OK	0.0029	0.0029	1.0137	OK
Story4	0.0036	0.0036	1.0030	OK	0.0030	0.0031	1.0132	OK
Story3	0.0035	0.0035	1.0016	OK	0.0030	0.0030	1.0119	OK
Story2	0.0031	0.0031	1.0001	OK	0.0026	0.0027	1.0103	OK
Story1	0.0015	0.0015	1.0001	OK	0.0013	0.0013	1.0088	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Irregularidad torsional para la edificación con concreto reciclado.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story5	0.0034	0.0034	1.0030	OK	0.0028	0.0029	1.0140	OK
Story4	0.0035	0.0035	1.0033	OK	0.0030	0.0030	1.0134	OK
Story3	0.0035	0.0035	1.0017	OK	0.0030	0.0030	1.0118	OK
Story2	0.0030	0.0030	1.0004	OK	0.0026	0.0026	1.0103	OK
Story1	0.0014	0.0014	1.0003	OK	0.0013	0.0013	1.0098	OK

Fuente: Elaboración propia

Edificación de 4 pisos:

Tabla 44: Irregularidad torsional para la edificación con concreto convencional.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story4	0.0039	0.0039	1.0031	OK	0.0031	0.0032	1.0154	OK
Story3	0.0041	0.0041	1.0020	OK	0.0033	0.0034	1.0140	OK
Story2	0.0038	0.0038	1.0010	OK	0.0032	0.0032	1.0116	OK
Story1	0.0019	0.0019	0.9999	OK	0.0016	0.0016	1.0109	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Irregularidad torsional para la edificación con concreto reciclado.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story4	0.0039	0.0039	1.0028	OK	0.0031	0.0032	1.0155	OK
Story3	0.0040	0.0040	1.0022	OK	0.0033	0.0033	1.0143	OK
Story2	0.0038	0.0038	1.0008	OK	0.0031	0.0032	1.0114	OK
Story1	0.0018	0.0018	0.9999	OK	0.0016	0.0016	1.0108	OK

Fuente: Elaboración propia

Edificación de 3 pisos:

Tabla 46: Irregularidad torsional para la edificación con concreto convencional.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story3	0.0036	0.0036	1.0022	OK	0.0030	0.0031	1.0156	OK
Story2	0.0036	0.0036	1.0008	OK	0.0032	0.0032	1.0125	OK
Story1	0.0019	0.0019	0.9998	OK	0.0017	0.0017	1.0111	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Irregularidad torsional para la edificación con concreto reciclado.

Story	Dirección X				Dirección Y			
	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$	Drift CM	Drift max	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}}$	$\frac{\text{Drift máx}}{\text{Drift cm}} < 1.2$
Story3	0.0035	0.0035	1.0023	OK	0.0030	0.0030	1.0161	OK
Story2	0.0036	0.0036	1.0004	OK	0.0031	0.0032	1.0123	OK
Story1	0.0019	0.0019	1.0004	OK	0.0017	0.0017	1.0110	OK

Fuente: Elaboración propia

- **Esquinas entrantes**

Las estructuras no presentan esquinas entrantes entonces (**Ip=1**).

- **Discontinuidad del diafragma**

De acuerdo al área techa de las edificaciones (Ve plano anexo 9), las estructuras no presentan discontinuidad del diafragma entonces (**Ip=1**).

Área Bruta de Diafragma

$$12.5 \text{ m} \times 9.46\text{m} = 118.25 \text{ m}^2$$

Área de aberturas

$$5.46 \text{ m}^2 < 50\% (118.25\text{m}) \text{ OK}$$

- **Sistemas no paralelos**

Los elementos estructurales que resisten a las fuerzas por sismo son paralelos. (**Ip=1**)

Irregularidad estructural en altura

• **Irregularidad de rigidez – Piso blando**

Las estructuras no presentan irregularidad de rigidez-piso blando según los cálculos. (**Ia=1**)

$$\frac{K_i}{K(i+1)} > 0.7 \quad (\text{Ecuación 23})$$

Donde:

K_i =Rigidez de piso

$K(i+1)$ =Rigidez de piso superior

Edificación de 5 pisos:

Tabla 48: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto convencional.

Piso	Rigidez X kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$	Rigidez Y kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$
Story5	10874.04	1	OK	12927.51	1	OK
Story4	21559.23	1.982633	OK	25492.16	1.971931	OK
Story3	29933.45	1.388429	OK	35092.6	1.376604	OK
Story2	40601.59	1.356395	OK	47080.73	1.341614	OK
Story1	61347.8	1.51097	OK	70738.34	1.50249	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto reciclado.

Piso	Rigidez X kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$	Rigidez Y kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$
Story5	10862.42	1	OK	12913.72	1	OK
Story4	21558.35	1.984673	OK	25491.1	1.973955	OK
Story3	29937.48	1.388672	OK	35097.18	1.376841	OK
Story2	40608.43	1.356441	OK	47088.39	1.341657	OK
Story1	61355.77	1.510912	OK	70747.15	1.502433	OK

Fuente: Elaboración propia

Edificación de 4 pisos:

Tabla 50: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto convencional.

Piso	Rigidez X kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$	Rigidez Y kgf/mm	$K_i/K(i+1)$	$(K_i/K(i+1)) > 0.7$
Story4	8770.84	1	OK	10917.53	1	OK
Story3	16750.16	1.909756	OK	20561.43	1.883341	OK
Story2	23804.87	1.421173	OK	28603.98	1.391147	OK
Story1	36624.49	1.538529	OK	43382.81	1.51667	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto reciclado.

Piso	Rigidez X kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7	Rigidez Y kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7
Story4	8762.19	1	OK	10906.75	1	OK
Story3	16751.13	1.911752	OK	20562.53	1.885303	OK
Story2	23809.88	1.421389	OK	28609.68	1.39135	OK
Story1	36631.27	1.53849	OK	43390.31	1.51663	OK

Fuente: Elaboración propia

Edificación de 3 pisos:

Tabla 52: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto convencional.

Piso	Rigidez X kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7	Rigidez Y kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7
Story3	8672.88	1	OK	10184.14	1	OK
Story2	16060.7	1.85183	OK	18395.4	1.806279	OK
Story1	25731.5	1.602141	OK	28722.05	1.561371	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Irregularidad de rigidez- piso blando, edificación con concreto reciclado.

Piso	Rigidez X kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7	Rigidez Y kgf/mm	Ki/K(i+1)	(Ki/K(i+1))>0.7
Story3	8665.83	1	OK	10175.81	1	OK
Story2	16063.97	1.853714	OK	18398.94	1.808106	OK
Story1	25738.27	1.602236	OK	28729.13	1.561456	OK

Fuente: Elaboración propia

- **Irregularidad de masa o peso**

Las estructuras no presentan irregularidad de masa o peso según los cálculos. (**Ia=1**)

$$\frac{P_i}{P(i+1)} < 1.5 \quad (\text{Ecuación 24})$$

Donde:

Pi =Peso de piso

P (i+1) =Peso de piso superior

Edificación de 5 pisos:

Tabla 54: Irregularidad de masa o peso, edificación de 5 pisos

Edificación con concreto convencional					Edificación con concreto reciclado				
PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$		PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$	
Piso 5	Peso	105840.7	1.00	OK	Piso 5	Peso	104496.4	1.00	OK
Piso 4	Peso	140405.7	1.33	OK	Piso 4	Peso	139061.41	1.33	OK
Piso 3	Peso	140405.7	1.00	OK	Piso 3	Peso	139061.4	1.00	OK
Piso 2	Peso	140405.7	1.00	OK	Piso 2	Peso	139061.41	1.00	OK
Piso 1	Peso	159485.7	1.14	OK	Piso 1	Peso	157815.45	1.13	OK

Fuente: Elaboración propia

Edificación de 4 pisos:

Tabla 55: Irregularidad de masa o peso, edificación de 4 pisos

Edificación con concreto convencional					Edificación con concreto reciclado				
PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$		PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$	
Piso 4	Peso	98665.3	1.00	OK	Piso 4	Peso	97443.58	1.00	OK
Piso 3	Peso	133230.3	1.35	OK	Piso 3	Peso	132008.59	1.35	OK
Piso 2	Peso	133230.3	1.00	OK	Piso 2	Peso	132008.58	1.00	OK
Piso 1	Peso	148134.3	1.11	OK	Piso 1	Peso	146657.98	1.11	OK

Fuente: *Elaboración propia*

Edificación de 3 pisos:

Tabla 56: Irregularidad de masa o peso, edificación de 3 pisos

Edificación con concreto convencional					Edificación con concreto reciclado				
PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$		PISO	CM+CV	Pi (kg)	$\frac{P_i}{P(i+1)}$	
Piso 3	Peso	91228.6	1.00	OK	Piso 3	Peso	90133.93	1.00	OK
Piso 2	Peso	125793.6	1.38	OK	Piso 2	Peso	124698.93	1.38	OK
Piso 1	Peso	137457.6	1.09	OK	Piso 1	Peso	136163.67	1.09	OK

Fuente: *Elaboración propia*

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes**

Las estructuras no presentan desalineamiento vertical, ya que sus elementos estructurales son continuos en todos los niveles. (**Ia=1**)

3.2.7.6.Desplazamiento lateral

El máximo desplazamiento lateral o máxima deriva de la edificación de 5 pisos con concreto reciclado es 0.0035 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0030, mientras que para la edificación con concreto convencional es 0.0036 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0031; Se puede observar que para la edificación con concreto reciclado aumenta en 1.143% para la dirección X y para la dirección Y en 1.142% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al peso de la edificación.

Tabla 57: Derivas de las edificaciones de 5 pisos

Story	Concreto convencional				Concreto reciclado				Diferencia X	Diferencia Y	Deriva limite
	Dirección X-X		Dirección Y-Y		Dirección X-X		Dirección Y-Y				
	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift			
Story5	9.007	0.0034	7.685	0.0029	8.903	0.0034	7.597	0.0029	1.163%	1.133%	0.007
Story4	7.048	0.0036	6.043	0.0031	6.967	0.0035	5.974	0.0030	1.143%	1.142%	0.007
Story3	5.005	0.0035	4.315	0.0030	4.948	0.0035	4.266	0.0030	1.137%	1.120%	0.007
Story2	2.998	0.0031	2.6	0.0027	2.964	0.0030	2.57	0.0026	1.113%	1.124%	0.007
Story1	1.253	0.0015	1.091	0.0013	1.239	0.0014	1.078	0.0013	1.094%	1.090%	0.007

Fuente: Elaboración propia

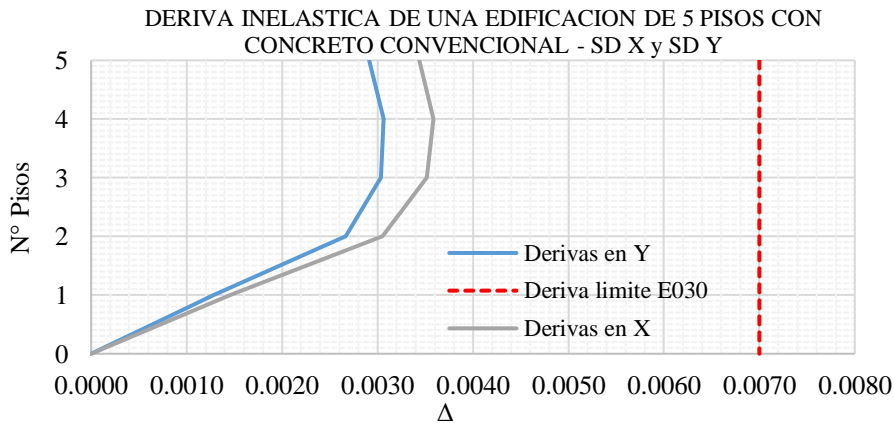


Figura 33: Derivas de una edificación de 5 pisos con concreto convencional
Fuente: Elaboración propia

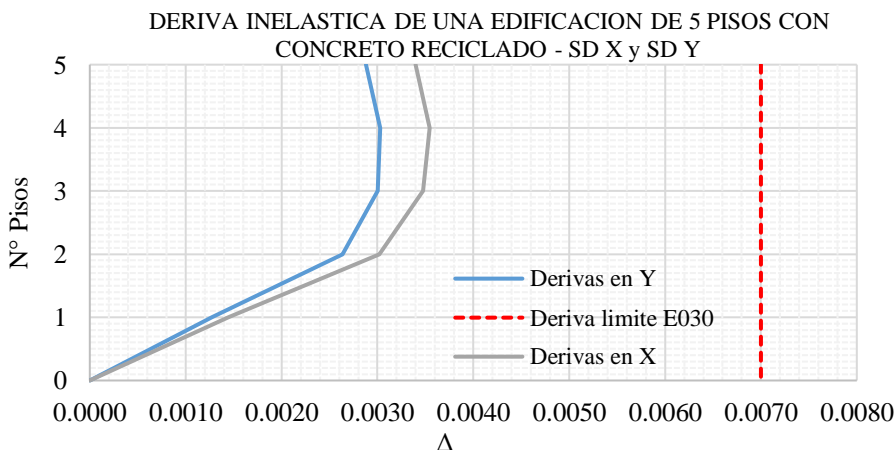


Figura 34: Derivas de una edificación de 5 pisos con concreto reciclado.
Fuente: Elaboración propia

El máximo desplazamiento lateral o máxima deriva de la edificación de 4 pisos con concreto reciclado es 0.0040 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0033, mientras que para la edificación con concreto convencional es 0.0041 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0034; Se puede observar que para la edificación con concreto reciclado aumenta en 1.136% para la dirección X y para la dirección Y en 1.32% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al peso de la edificación.

Tabla 58: Derivas de las edificaciones de 4 pisos

Story	Concreto convencional				Concreto reciclado				Diferencia X	Diferencia Y	Deriva limite
	Dirección X-X		Dirección Y-Y		Dirección X-X		Dirección Y-Y				
	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift			
Story4	8.349	0.0039	6.872	0.0032	8.255	0.0039	6.794	0.0032	1.141%	1.152%	0.007
Story3	6.102	0.0041	5.076	0.0034	6.033	0.0040	5.019	0.0033	1.136%	1.132%	0.007
Story2	3.768	0.0038	3.172	0.0032	3.726	0.0038	3.137	0.0032	1.125%	1.120%	0.007
Story1	1.599	0.0019	1.357	0.0016	1.581	0.0018	1.342	0.0016	1.126%	1.125%	0.007

Fuente: Elaboración propia

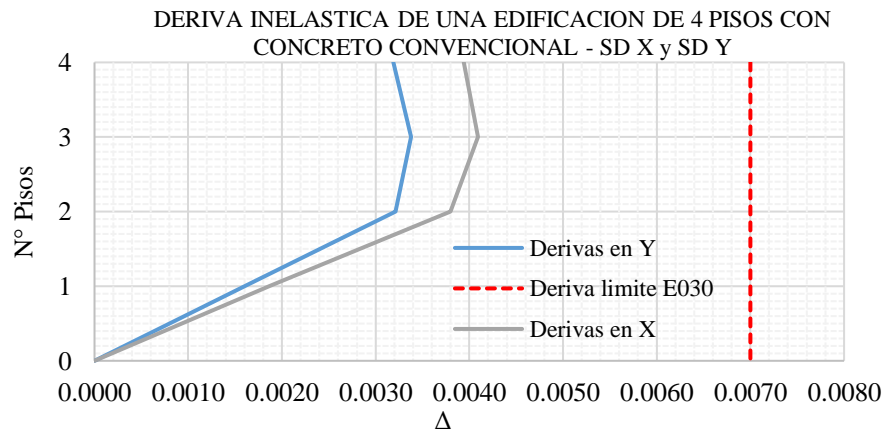


Figura 35: Derivas de una edificación de 4 pisos con concreto convencional
Fuente: Elaboración propia

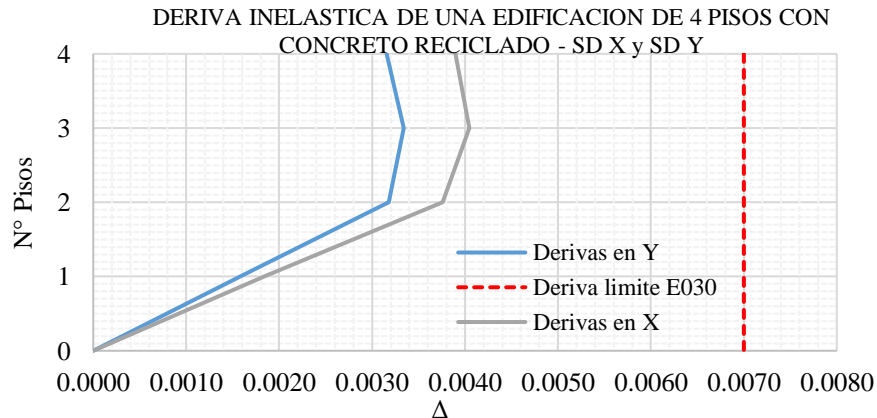


Figura 36: Derivas de una edificación de 4 pisos con concreto reciclado
Fuente: Elaboración propia

El máximo desplazamiento lateral o máxima deriva de la edificación de 3 pisos con concreto reciclado es 0.0036 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0032, mientras que para la edificación con concreto convencional es 0.0036 para la dirección X y para la dirección Y es 0.0032; Se puede observar que para la edificación con concreto reciclado aumenta en 1.107% para la dirección X y para la dirección Y en 1.123% con respecto a la edificación con concreto convencional, esto se debe al peso de la edificación.

Tabla 59: Derivas de las edificaciones de 3 pisos

Story	Concreto convencional				Concreto reciclado				Diferencia X	Diferencia Y	Deriva limite
	Dirección X-X		Dirección Y-Y		Dirección X-X		Dirección Y-Y				
	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift	Des. (mm)	Drift			
Story3	5.705	0.0036	4.983	0.0031	5.642	0.0035	4.927	0.0030	1.123%	1.112%	0.007
Story2	3.674	0.0036	3.263	0.0032	3.634	0.0036	3.227	0.0032	1.107%	1.123%	0.007
Story1	1.61	0.0019	1.453	0.0017	1.592	0.0019	1.437	0.0017	1.065%	1.109%	0.007

Fuente: Elaboración propia

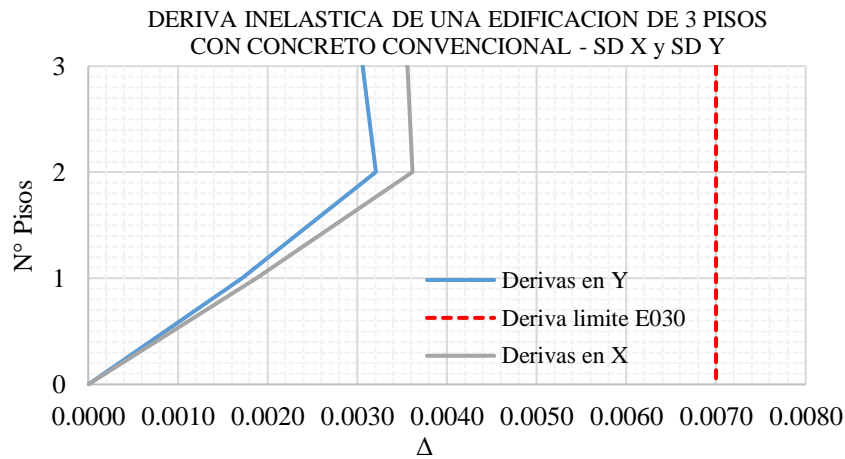


Figura 37: Derivas de una edificación de 3 pisos con concreto convencional
Fuente: Elaboración propia

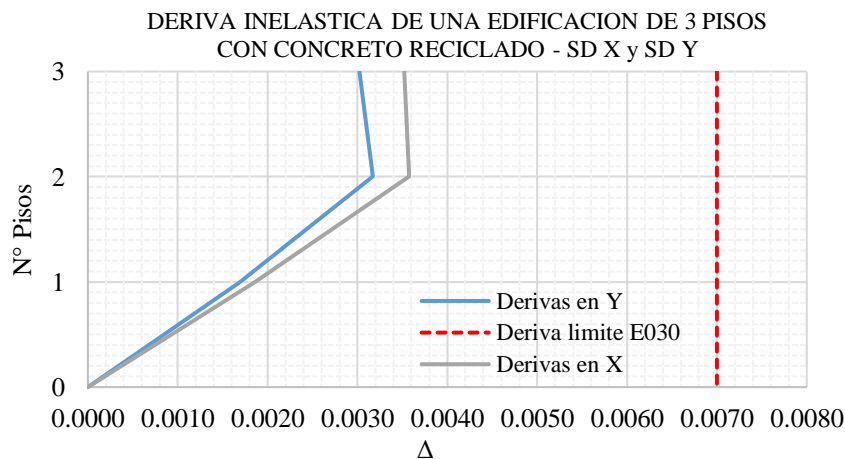


Figura 38: Derivas de una edificación de 3 pisos con concreto reciclado
Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Según Castellanos, Rivera y Roa, (2017). En su tesis internacional titulada: “Comparación estructural y estimación de costos de la utilización de concreto con agregados naturales y al concreto con residuos de construcción y demolición (R.C.D.) como agregado”. Cuya investigación determinó su objetivo primordial el cual fue determinar los cambios que se ocasionan en la parte estructural de una edificación por el uso de concreto con agregado grueso reciclado en diferentes porcentajes de aplicación. Llego a la conclusión que las derivas en una edificación de concreto reciclado no difieren de más del 1% en su situación más crítica por ende “el uso de RCD en concreto estructural no afecta las derivas.

Mientras que en la presente investigación se obtuvo que los desplazamientos laterales entre las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado no fueron mayores a 1.143% en comparación a la edificación con concreto convencional. Concluyo que en la presente investigación se obtuvieron resultados similares pero la diferencia se dio por las propiedades de los materiales (el peso unitario de concreto) y la norma sísmica que uso (NSR10).

Discusión 2:

Carizaile y Anquise. (2015). En su tesis titulada “Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna”. El principal objetivo de su tesis fue analizar las propiedades del concreto fabricado con agregado reciclado y brindar información si su uso es viable para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna. Las conclusiones fundamentales de dicha investigación son las siguientes: El concreto reciclado tiene menor peso unitario en comparación a concreto convencional, por consiguiente, se puede afirmar que el peso de la estructura de una vivienda construida con concreto reciclado es menor en comparación con una vivienda de concreto convencional. Aproximadamente 4 toneladas en el prototipo diseñado.

Mientras que en la presente investigación se obtuvo que los pesos sísmicos en edificaciones de baja altura de 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución promedio de 1.115% siendo esta una diferencia muy baja y debiéndose al peso de la estructura que se ve afectado por el peso unitario del concreto. En conclusión, la diferencia que presenta el peso unitario del concreto reciclado influyo en la disminución del peso sísmico de las

edificaciones de baja altura con concreto reciclado. Concluyo que en la presente investigación se obtuvieron resultados similares en la disminución del peso de la estructura que dependió del valor del peso unitario del concreto.

Discusión 3:

Carizaile y Anquise. (2015). Concluyó lo siguiente: El concreto reciclado posee menor peso unitario en comparación a un concreto convencional, por ello se puede asegurar que la cortante basal de la estructura que constituye una vivienda construida con concreto reciclado es menor en cotejo con una vivienda de concreto convencional.

Mientras que en la presente investigación se obtuvo que la cortante basal en edificaciones de baja altura de 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución promedio de 1.1% siendo esta una diferencia pronunciada con respecto a la investigación Carizaile, debiéndose al peso de la estructura que se ve afectado por el peso unitario del concreto que fue menor en su investigación. En conclusión, la diferencia que presenta el peso unitario del concreto reciclado influyo en la disminución de la cortante basal de las edificaciones de baja altura con concreto reciclado. Concluyo que en la presente investigación se obtuvieron resultados similares en la disminución de la cortante basal de la estructura que dependió del valor del peso unitario del concreto.

Discusión 4:

Carizaile y Anquise (2015). Concluyo lo siguiente: El desplazamiento lateral de una edificación con concreto reciclado difiere en 1.175% en comparación con una edificación con concreto convencional, por consiguiente, se puede afirmar que el desplazamiento lateral de la estructura de una vivienda construida con concreto reciclado aumenta en comparación con una vivienda de concreto convencional.

Mientras que en la presente investigación se obtuvo que los desplazamientos laterales entre las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado no fueron mayores a 1.143% en comparación a la edificación con concreto convencional. Concluyo que en la presente investigación se obtuvieron resultados similares pero la diferencia se dio por las propiedades de los materiales el peso unitario del concreto.

V. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

El comportamiento sísmico estructural de las edificaciones con concreto reciclado varia en menos de 2% en comparación a las edificaciones con concreto convencional. En la investigación realizada se determina que las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado tienen un buen comportamiento sísmico ya que según la norma E030 para que una edificación sea aceptada debe de cumplir con las derivas o desplazamientos laterales límites (0.007 para concreto armado), siendo para todos los casos menores al límite como indica la norma.

Conclusión 2:

Los pesos sísmicos en las edificaciones de baja altura 5,4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución promedio de 1.115% siendo esta una diferencia muy baja, En conclusión la diferencia que presenta el peso unitario del concreto reciclado influyo poco en la disminución del peso sísmico de las edificaciones de baja altura con concreto reciclado. Además de acuerdo a los cálculos se observa que a menor peso de la estructura se reduce la cortante basal y por ende las edificaciones tienen una mayor resistencia al sismo.

Conclusión 3:

La cortante basal en las edificaciones de baja altura 5,4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una disminución promedio de 1.1% siendo esta una diferencia muy baja. En conclusión, la diferencia que presenta el peso unitario del concreto reciclado influyo poco en la disminución de la cortante basal. Además de acuerdo a los cálculos se observa que a menor altura la cortante basal producida por el sismo se reduce.

Conclusión 4:

El máximo desplazamiento lateral entre las edificaciones de baja altura 5, 4 y 3 pisos con concreto reciclado presentan una diferencia no mayor a 1.143% en comparación a las edificaciones con concreto convencional. Además se concluye que a menor altura o número de pisos la diferencia entre el desplazamiento lateral se hace menor y tienden a igualarse como se demostró.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda emplear el concreto reciclado para edificaciones baja altura por que como se demostró en el análisis estructural las edificaciones presentan un buen comportamiento con una variación baja.

Recomendación 2:

Se recomienda emplear el concreto reciclado para edificaciones baja altura porque tiene la capacidad de reducir el peso propio de la edificación, ya que, para la proporción de sustitución del agregado grueso reciclado en el concreto, el peso sísmico no varió sustancialmente.

Recomendación 3:

Se recomienda usar el concreto reciclado para edificaciones baja altura porque tiene la capacidad de reducir la cortante basal de la edificación, de esta manera la edificación tendría una resistencia al sismo parecida a las edificaciones con concreto convencional.

Recomendación 4:

Se recomienda el uso del concreto reciclado en edificaciones de baja altura 5,4 y 3 pisos debido a que los desplazamientos laterales no varían sustancialmente y cumplen con lo que indica la norma E030, ya que los resultados del análisis estructural entre las edificaciones de baja altura con concreto reciclado y convencional demostraron que a menor altura la diferencia entre el máximo desplazamiento lateral se hace menor y tiende a igualarse.

REFERENCIAS

1. Allauca Sanchez, Leonias Yvan. 2006. Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. (Tesis para optar el título de ingeniería civil), Lima: 2006.
2. American Concrete Institute (ACI). 2008. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-02) and Commentary (ACI 318R-02). Farmington Hills: s.n., 2008. Vol. MI.
3. Apayco, y otros. 2016. Diseño de mezcla por el método ACI. Universidad privada del norte, Lima: 2016.
4. ASTM. 2006. Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete (Método de prueba estándar para densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido). 2006.
5. ASTM. 2006. Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-cement Concretes (Método de ensayo estándar para medir la tasa de absorción de agua para concretos hidráulicos-cemento). 2006.
6. Behar, Rivero Daniel. 2008. Metodología de la investigación. s.l. : Editorial Shalom, 2008.
7. Borda, Luis y Pastor, Adolfo. 2007. Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos. Pontificia universidad católica del Perú, Lima: 2007.
8. Carizaile, Eddson. 2015. Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna. Universidad nacional jorge basadre grohmann, Tacna: 2015.
9. Cement Sustainability Initiative. 2009. Recycling concrete. World business council for sustainable development. 2009. 978-3-940388-50-6.
10. Cetesa. 2017. ¿Qué es el cemento y cuál es su composición? Cetesa. [En línea] 31 de Diciembre de 2017. <http://www.cetesa.com.co/que-es-el-cemento-y-cual-es-su-composicion/>.
11. Ciclo. 2018. Reciclar para construir. Ciclo. [En línea] 2018. <https://ciclo.com.pe/>.
12. Cruz, Jorge y Velázquez, Ramón. 2004. Concreto reciclado. E.S.I.A Unidad Zacatenco, Mexico d.f : 2004.
13. American concrete institute Requisitos de Reglamento para concreto estructural (ACI 311S-05) y comentario (ACI 311R-05) Estados Unidos ACI, 2011.495pp.

14. Gaytán, Jacqueline. 2017. Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en lima 2017. Universidad Cesar vallejo, Lima: 2017.
15. Gestión. 2018. Ipsos: Tasa de crecimiento anual de población peruana es de 1.01%. Gestión. [En línea] 6 de Febrero de 2018. <https://gestion.pe/economia/ipsos-tasa-crecimiento-anual-poblacion-peruana-1-01-226591>.
16. Hernández Hernández, Guadalupe Agustina. CONCRETO. Guafa. [En línea] [Citado el: 27 de Noviembre de 2018.] <http://www.guafa.com/costos/esc.html>.
17. Medina, A. y Vera Tudela, R. 2012. Certificación Ambiental para la construcción. Lima: Moneda inversión, 2012.
18. Murria, R Spiegel. 1991. Metodología de la investigación. 1991.
19. Niño Rojas, Víctor Miguel. 2011. Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. pág. 156. 978-958-8675-94-7.
20. NTP 334.009. 1997. Cementos. Cemento Pórtland. Requisitos. 1997.
21. NTP 339.034. Concreto. Método de ensayo para la resistencia a la compresión es con muestras cilíndricas de 150 x 300 mm. Lima: s.n.
22. NTP 339.035. 2009. Concreto. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: s.n., 2009.
23. NTP 400.037. Agregados. Especificaciones para agregados en concreto. Lima: s.n.
24. Osorio, Jesús David. 2013. Diseño de mezcla de concreto: conceptos básicos. 360enconcreto [En línea] 5 de Julio de 2013 .[http://www.360enconcreto.com /blog/detalle/disen-de-mezclas-de-concreto](http://www.360enconcreto.com/blog/detalle/disen-de-mezclas-de-concreto).
25. Rojas Rodríguez, Daniel. Propiedades del concreto. Fundamentos de física estructural.
26. SENCICO & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2016. Reglamento nacional de edificaciones. Lima, Perú: s.n., 24 de Enero de 2016.
27. Sumari, Jean. 2016. Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I. Universidad nacional de ingeniería, Lima: 2016.
28. Valderrama, Mendoza Santiago. 2002. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Primera. Lima: San Marcos, 2002.
29. Valera Pajuelo, Edwin Alberto. 2017. Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un

- concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de lima. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2017.
30. ASTM C138 / C138M-17a, Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org
 31. ASTM C143 / C143M-15a, Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org
 32. ASTM C39 / C39M-18, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org
 33. ASTM C496 / C496M-17, Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org
 34. Carino N.J., Nondestructive Testing of Concrete: History and Challenges, American Concrete Institute, ACI SP-144, Detroit, MI, 1994. pp. 623-678.
 35. Computers and Structures, Inc. (2005). Welcome to ETABS, Berkeley, California 94704 USA.
 36. Computers and Structures, Inc. (2005). Lateral Loads, Berkeley, California 94704 USA.
 37. Muhammad ASLAM, Payam SHAFIGH, Mohd Zamin JUMAAT, Mohamed LACHEMI. Benefits of using blended waste coarse lightweight aggregates in structural lightweight aggregate concrete. Magazine Journal of Cleaner Production, 2015. ISSN 0959-6526.
 38. ASTM C127-15, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org
 39. ASTM C136 / C136M-14, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2014, www.astm.org
 40. ASTM C1064 / C1064M-17, Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019.”

Tabla 60. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿Cuánto varía el comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿En cuánto se alteraría el peso sísmico de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado? • ¿Cuánto se alteraría la cortante basal de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado? • ¿Cuánto se alteraría el máximo desplazamiento lateral de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado? 	<p>Objetivo General Demostrar cuánto varía el comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado.</p> <p>Objetivo Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar cuánto se alteraría el peso sísmico de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. • Calcular en cuanto se alteraría la cortante basal de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. • Evaluar en cuánto se alteraría el máximo desplazamiento de edificaciones de baja altura por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. 	<p>Hipótesis General El comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura mejora debido al uso de concreto con agregado grueso reciclado.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • El peso sísmico de edificaciones de baja altura se reduce por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. • La cortante basal de edificaciones de baja altura disminuye por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. • El máximo desplazamiento de edificaciones de baja altura aumenta por el uso de concreto con agregado grueso reciclado. 	<p>Variable Independiente</p> <p>Concreto con agregado grueso reciclado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas del concreto reciclado. • Propiedades mecánicas del concreto reciclado. • Dosificación del concreto reciclado. 	<p>Tipo de investigación Tipo Aplicada.</p> <p>Diseño de investigación El diseño de la investigación es cuasi experimental. Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 83 y 85)</p> <p>Nivel Explicativo.</p> <p>Método de investigación Hipotético deductivo</p> <p>Población Las edificaciones de baja altura con concretos de resistencia $F'c=210$ kg/cm² en Comas.</p> <p>Muestra 3 edificaciones de baja altura con concreto de resistencia $F'c=210$ kg/cm² en Comas.</p> <p>Técnica La técnica a utilizar es observación directa de los hechos.</p> <p>Instrumento Una ficha de recolección de datos formulado por el investigador.</p>
			<p>Variable Dependiente</p> <p>Comportamiento sísmico estructural</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peso sísmico. • La cortante basal • Máximo desplazamiento lateral. 	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

PROYECTO:	“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”		
AUTOR:	PEREDA SALGUERO, JOSÉ TITO		
I. Información general			
1. Ubicación de la zona de estudio			
Región:	Provincia:		
Distrito:	Lugar:		

Tabla 61: Instrumento de recolección de datos

1. Variable Independiente: Concreto con agregado grueso reciclado

1.1. Diseño de mezcla (F'c=210 kg/cm²) ACI						
Muestra	a/c	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado grueso	Agregado grueso reciclado
Grupo control						-
Grupo experimental A.G.R. 25 %						
Grupo experimental A.G.R. 50 %						
Grupo experimental A.G.R. 100 %						
1.2. Concreto (Propiedades físicas)						
Muestra	N° De ensayo	Slump	Peso unitario	Temperatura		
Grupo control	1					
	2					
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1					
	2					
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1					
	2					
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1					
	2					
1.3. Concreto (Propiedades mecánicas)						
1.3.1. Resistencia a la compresión axial (F'c)(kg/cm²)						
Muestra	N° De ensayo	7 días	14 días	28 días		
Grupo control	1					
	2					
	3					
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1					
	2					
	3					
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1					
	2					
	3					
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1					
	2					
	3					

1.3.2. Resistencia a la compresión diametral (F'c)(kg/cm2)				
Muestra	N° De ensayo	7 días	14 días	28 días
Grupo control	1			
	2			
	3			
Grupo experimental A.G.R. 25 %	1			
	2			
	3			
Grupo experimental A.G.R. 50 %	1			
	2			
	3			
Grupo experimental A.G.R. 100 %	1			
	2			
	3			

A.G.R.: Agregado grueso reciclado

2. Variable Dependiente: Comportamiento sísmico estructural

2.1. Peso sísmico (kg) ETABS				
Descripción		Edificación (5 pisos)	Edificación (4 pisos)	Edificación (3 pisos)
Edificación con concreto convencional				
Edificación con concreto reciclado				
2.2. Cortante balsa (kg) ETABS				
Descripción		Edificación (5 pisos)	Edificación (4 pisos)	Edificación (3 pisos)
Edificación con concreto convencional				
Edificación con concreto reciclado				
2.3. Máximos Desplazamientos lateral. ETABS				
Descripción		Edificación (5 pisos)	Edificación (4 pisos)	Edificación (3 pisos)
Edificación con concreto convencional	Dirección X			
	Dirección Y			
Edificación con concreto reciclado	Dirección X			
	Dirección Y			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Validación

Validación del experto 1:

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”



En la tabla que le mostramos a continuación, indique usted su puntaje en el casillero que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboración, evaluar el instrumento de recolección de datos puntaje de 0 a 1.
Responsable: Pereda Salguero, José Tito

Información técnica		Puntaje				
		Muy bajo 0 a 0.2	Bajo 0.21 a 0.4	Medio 0.41 a 0.61	Alto 0.61 a 0.80	Muy alto 0.81 a 1
1	Variable Independiente: Concreto con agregado grueso reciclado				0.8	
1.1	Diseño de mezcla ($f_c=210$ kg/cm ²) ACI				0.8	
1.2	Concreto (Propiedades físicas)				0.8	
1.3	Concreto (Propiedades mecánicas)				0.8	
2	Variable Dependiente: Comportamiento sísmico estructural				0.8	
2.1	Peso sísmico (kg) ETABS				0.8	
2.2	Máximos Desplazamientos lateral. ETABS				0.8	
2.3	Costos (S/.) Excel				0.8	

Fuente: Elaboración Propia

Puntaje total:	Nombre:	Apellido:	Firma:
0.8	Santos Ricardo	Padilla Pichén	
	Fecha:	CIP:	SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN INGENIERO CIVIL CIP 51630
	25/04/19	51630	

Validación del experto 2:

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”



En la tabla que le mostramos a continuación, indique usted su puntaje en el casillero que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboración, evaluar el instrumento de recolección de datos puntaje de 0 a 1.

Responsable: Pereda Salguero, José Tito

Información técnica		Puntaje				
		Muy bajo 0 a 0.2	Bajo 0.21 a 0.4	Medio 0.41 a 0.61	Alto 0.61 a 0.80	Muy alto 0.81 a 1
1	Variable Independiente: Concreto con agregado grueso reciclado					0.9
1.1	Diseño de mezcla ($f_c=210$ kg/cm ²) ACI					0.9
1.2	Concreto (Propiedades físicas)					0.9
1.3	Concreto (Propiedades mecánicas)					0.9
2	Variable Dependiente: Comportamiento sísmico estructural					0.9
2.1	Peso sísmico (kg) ETABS					0.9
2.2	Máximos Desplazamientos lateral. ETABS					0.9
2.3	Costos (S/.) Excel					0.9

Fuente: Elaboración Propia

Puntaje total:	Nombre:	Apellido:	Firma:
0.9	AGUSTIN VICTOR	CORZO ALIAGA	
	Fecha:	CIP:	
	23/04/19	50070	

Validación del experto 3:

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE
EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO
CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”



En la tabla que le mostramos a continuación, indique usted su puntaje en el casillero que usted crea conveniente de acuerdo a su experiencia profesional.

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboración, evaluar el instrumento de recolección de datos puntaje de 0 a 1.
Responsable: Pereda Salguero, José Tito

Información técnica		Puntaje				
		Muy bajo 0 a 0.2	Bajo 0.21 a 0.4	Medio 0.41 a 0.61	Alto 0.61 a 0.80	Muy alto 0.81 a 1
1	Variable Independiente: Concreto con agregado grueso reciclado				0.8	
1.1	Diseño de mezcla ($f_c=210 \text{ kg/cm}^2$) ACI				0.7	
1.2	Concreto (Propiedades físicas)					1.0
1.3	Concreto (Propiedades mecánicas)				0.8	
2	Variable Dependiente: Comportamiento sísmico estructural				0.8	
2.1	Peso sísmico (kg) ETABS				0.8	
2.2	Máximos Desplazamientos lateral. ETABS				0.8	
2.3	Costos (S/.) Excel				0.8	

Fuente: Elaboración Propia

Puntaje total:	Nombre:	Apellido:	Firma:
0.8	Emelio José	Mediano Sanchez	
	Fecha:	CIP:	
20/04/19	60012		

Anexo 4: Panel fotográfico



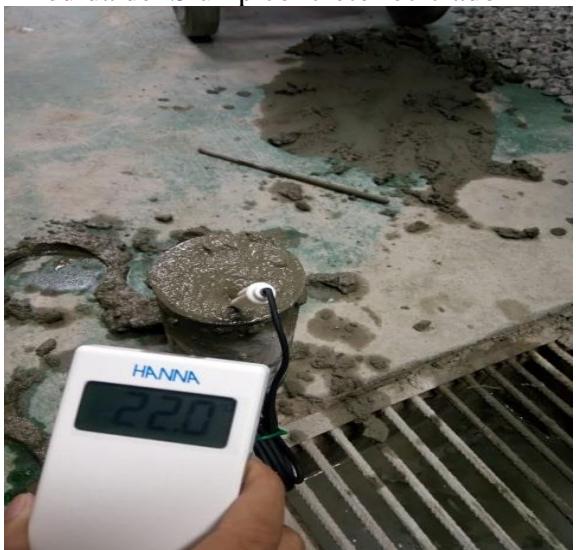
Granulometría de los agregados



Medida del Slump concreto reciclado



Peso unitario del concreto fresco



Temperatura de la muestra



Resistencia a la tracción diametral



Resistencia a la compresión axial

Anexo 5: Tablas del ACI

Tabla 62: Slump recomendado por el ACI

Tipo de Estructuras	Slump	
	máximo	mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"
Notas :		
1) El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.		
2) El slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.		

Fuente: ACI

Tabla 63: Relación A/C

f'c a 28 Días	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
Kg/cm ²		
450	0.38	-----
400	0.42	-----
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: ACI

Tabla 64: Volumen de agua

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Concreto sin Aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	12
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
% Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----
% de Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI


Tabla 65: Volumen de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: ACI

Anexo 6: Ensayos de laboratorio

Peso unitario del concreto fresco



MTL GEOTECNIA
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

SOLICITA TESIS : José Pereda Salguero
 : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"

UBICACION : Distrito de Comas-Lima

FECHA : 28-05-19

CANTERA : TRAPICHE

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
ASTM C-138




PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
MUESTRA	N° DE ENSAYO	Peso de molde (Kg)	Peso de molde + muestra (Kg)	Volumen de molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
PATRÓN	1	2.363	8.990	0.002760	2401
	2	2.363	8.980	0.002760	2397
PROMEDIO					2399

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
MUESTRA	N° DE ENSAYO	Peso de molde (Kg)	Peso de molde + muestra (Kg)	Volumen de molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
Diseño A.G. Reciclado 25 %	1	2.363	8.870	0.002760	2358
	2	2.363	8.880	0.002760	2361
PROMEDIO					2359

PESO UNITARIO SUELTO					
MUESTRA	N° DE ENSAYO	Peso de molde (Kg)	Peso de molde + muestra (Kg)	Volumen de molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
Diseño A.G. Reciclado 50 %	1	2.363	8.740	0.002760	2311
	2	2.363	8.720	0.002760	2303
PROMEDIO					2307

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO					
MUESTRA	N° DE ENSAYO	Peso de molde (Kg)	Peso de molde + muestra (Kg)	Volumen de molde (m ³)	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
Diseño A.G. Reciclado 100 %	1	2.363	8.540	0.002760	2238
	2	2.363	8.550	0.002760	2242
PROMEDIO					2240

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIE 16803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Ensayos físicos del patrón
Granulometría del agregado grueso



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

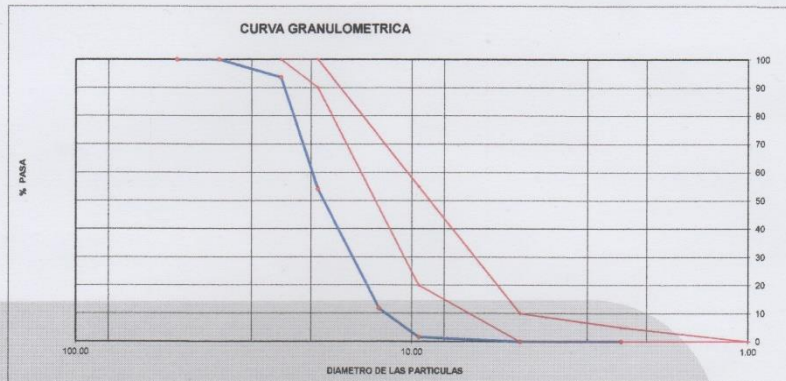
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero		
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"		
UBICACION	: Distrito de Comas-Lima	Fecha de ensayo:	29/05/2019
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRÁPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	1,235.00	% W =	0.2
PESO INICIAL SECO (g)	1,232.42	MF =	7.44

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	78.7	6.4	6.4	93.6	100
3/4"	19.05	487.0	39.5	45.9	54.1	90 - 100
1/2"	12.50	521.4	42.3	88.2	11.8	—
3/8"	9.53	126.0	10.2	98.4	1.6	20 - 85
Nº 4	4.76	19.3	1.6	100.0	0.0	0 - 10
Nº 8	2.38	0.0	0.0	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Granulometría del agregado fino



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

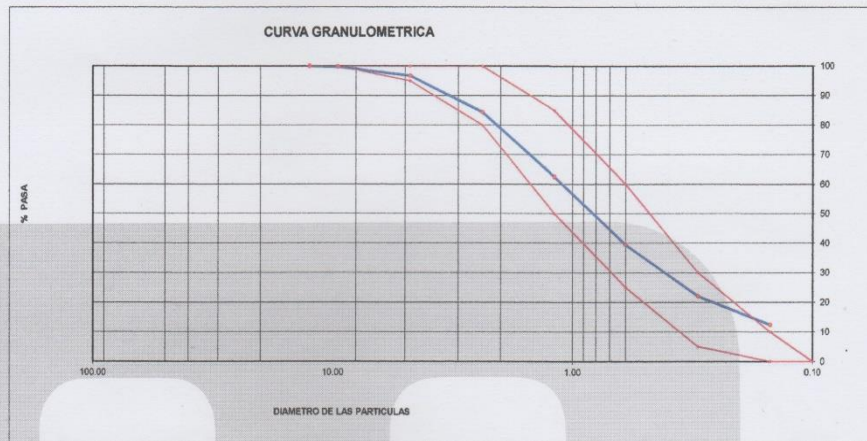
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero		
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"		
UBICACIÓN	: Distrito de Comas-Lima	Fecha de ensayo:	28/05/2018

MATERIAL	: AGREGADO FINO	CANTERA: TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g)	496.0	% W = 0.6
PESO INICIAL SECO (g)	492.8	MF = 2.82

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	1.20	0.2	0.2	99.8	100
Nº4	4.76	14.7	3.0	3.2	96.8	95 - 100
Nº6	2.38	60.4	12.3	15.5	84.5	80 - 100
Nº 16	1.19	107.8	21.9	37.4	62.6	60 - 85
Nº 30	0.80	113.9	23.1	60.5	39.5	25 - 80
Nº 50	0.30	85.8	17.4	77.9	22.1	05 - 30
Nº 100	0.15	47.5	9.6	87.5	12.5	0 - 10
FONDO		61.5	12.5	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO Vº Bº MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 718903	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Peso unitario grueso



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO UNITARIO (F, G o GIB)	PESO	Código	FOR-LTC-AG-018
			Revisión	1
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Pareda Salguero
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado- Comas-2019"
UBICACION	: Distrito de Comas-Lima
Fecha de ensayo:	28/05/2019

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: TRAPICHE

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	29250	29196	29220
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	19450	19396	19420
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.394	1.390	1.392

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.392
-------------------------------	------	-------

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	31560	31495	31580
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21760	21695	21780
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.560	1.555	1.561

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.559
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Peso unitario fino



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
 ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACION : Distrito de Comas-Lima Fecha de ensayo: 28/05/2019

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6266	6282	6259
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3903	3919	3896
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.414	1.420	1.412

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.415
--------------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7148	7178	7155
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4785	4815	4792
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.734	1.745	1.736

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.738
--	------	-------

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO V°B° ENSAJO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA ELLA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Peso específico y absorción del agregado fino



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero		
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"		
UBICACION	: Distrito de Comas-Lima	Fecha de ensayo:	28/05/2019

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	981.87	980.2	981.0
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.2	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.67	310.4	310.5
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	666.3	666.8	666.55
5	Peso del Balón	g/cc	171.2	171.7	171.45
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	495.1	495.1	495.10
7	Volumen del Balón (V = 500)	%	497.4	497.5	497.5

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.65	2.65	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.67	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.72	2.72	2.72
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(600-A)/A*100]	%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Diseño del Patrón



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
 ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACIÓN : Distrito de Comas-Lima **Fecha de ensayo:** 28/05/2019

f'c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.82	0.6	1.0	1415.0	1738.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.63	7.44	0.2	1.1	1392.0	1559.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			2-4	pulg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			1"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.62		
4	AGUA			223		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO	361.000		Kg/m ³	8.8	Bls/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1157	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2230	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0150	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.354
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3165	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3295	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			361	Kg/m ³	
	AGUA			223	L/m ³	
	AGREGADO FINO			839	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			866	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA				2289	Kg/m ³	
	CORRECCION POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO			843.9	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			868.2	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.40	%	
	AGREGADO GRUESO			0.90	%	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			11.2	Lts/m ³	
				234.2	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			361	Kg/m ³	
	AGUA			234	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			844	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			868	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA				2307	Kg/m ³	
	CANTIDAD DE MATERIALES (31 lt.)					
	CEMENTO			10.11	Kg	
	AGUA			6.56	Lts	
	AGREGADO FINO			23.63	Kg	
	AGREGADO GRUESO			24.31	Kg	
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
	C			1.0		
	A.F			2.34		
	A.G			2.41		
	H2o			27.55 Kg.		
	PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
	C			1.0		
	A.F			2.48		
	A.G			2.59		
	H2o			27.55 LT.		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC N° B° ENSAJO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIE 113609 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad-MTL GEOTECNIA

Ensayos físicos del reciclado

Granulometría del agregado reciclado



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

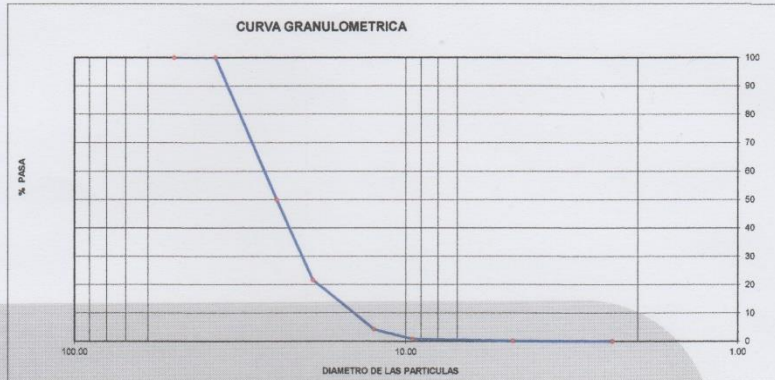
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 SOLICITANTE : José Pereda Salguero
 TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
 UBICACION : Distrito de Comas-Lima Fecha de ensayo: 28/05/2019
 MATERIAL : RECICLADO CANTERA: RECICLADO
 PESO INICIAL HUMEDO (g) 1,176.20 % W = 0.2
 PESO INICIAL SECO (g) 1,173.85 MF = 7.77

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 56
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	586.2	50.1	50.1	49.9	
3/4"	19.05	331.7	28.3	78.4	21.6	
1/2"	12.50	203.4	17.3	95.7	4.3	
3/8"	9.53	40.4	3.4	99.1	0.9	
Nº 4	4.76	8.1	0.7	99.8	0.2	
Nº 8	2.38	2.0	0.2	100.0	0.0	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 46803	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Gravedad específica reciclado



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-"
UBICACIÓN : Distrito de Comas-Lima **Fecha de ensayo:** 28/05/2019

MATERIAL : CONCRETO RECICLADO **CANTERA** : RECICLADO

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	PROMEDIO			
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	619.1	636.2	627.7
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	1027.4	1056.0	1041.7
3	Peso muestra Seco	C	g	972.7	999.9	986.3
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.52	2.52	2.52
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	5.6	5.6	5.6

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: YESENIA CUZCO BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115503	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Diseño 25% reciclado



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
 ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACION	: Distrito de Comas-Lima
	Fecha de ensayo: 28/05/2019

f'c 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.82	0.6	1.0	1415.0	1738.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.63	7.44	0.2	1.1	1392.0	1559.0
A.G. RECICLADO 25%	2.38	7.770	0.3	5.6	864.0	1050.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			2.4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.62		
4	AGUA			223		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.25		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO	361.000		Kg/m³	8.6	Bls/m³
	Volumen absoluto del cemento		0.1157	m³/m³		
	Volumen absoluto del Agua		0.2230	m³/m³		
	Volumen absoluto del Aire		0.0150	m³/m³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.354
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3165	m³/m³		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.2471	m³/m³		0.646
	Volumen absoluto de A.G. reciclado		0.0824	m³/m³		
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO		361	Kg/m³		
	AGUA		223	L/m³		
	AGREGADO FINO		839	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO		650	Kg/m³		
	A.G. RECICLADO 25%		196	Kg/m³		
	PESO DE MEZCLA		2289	Kg/m³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO		843.9	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		651.2	Kg/m³		
	A.G. RECICLADO 25%		196.6	Kg/m³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO		0.40	%	3.4	Lts/m³
	AGREGADO GRUESO		0.90	%	5.6	
	A.G. RECICLADO 25%		5.30	%	10.4	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				242.6	Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO		361	Kg/m³		
	AGUA		243	Lts/m³		
	AGREGADO FINO		844	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO		651	Kg/m³		
	A.G. RECICLADO 25%		196	Kg/m³		
	PESO DE MEZCLA		2295	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)						
	CEMENTO		10.11	Kg		
	AGUA		6.79	Lts		
	AGREGADO FINO		23.63	Kg		
	AGREGADO GRUESO		18.23	Kg		
	A.G. RECICLADO 25%		5.5	Kg		
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
	C	1.0				
	A.F	2.34				
	A.G	1.80				
	H2o	28.61 Kg.				
	A.G. Reciclado 25%	0.54				
	PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
	C	1.0				
	A.F	2.46				
	A.G	1.94				
	H2o	28.61 LT.				
	A.G. Reciclado 25%	0.94				

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESSICA DUEÑA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 145803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACION : Distrito de Comas-Lima **Fecha de ensayo:** 28/05/2019

MATERIAL	Fc 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.82	0.6	1.0	1415.0	1738.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.63	7.44	0.2	1.1	1392.0	1559.0
A.G. RECICLADO 50%	2.38		0.3	5.6	864.0	1050.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			2-4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.62		
4	AGUA			223		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.16		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO						
	Volumen absoluto del cemento		361.000	Kg/m ³	8.5	Bis/m ³
	Volumen absoluto del Agua		0.1157	m ³ /m ³		
	Volumen absoluto del Aire		0.2230	m ³ /m ³		
			0.0150	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3165	m ³ /m ³	0.354
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.1647	m ³ /m ³	0.646
	Volumen absoluto de A.G. reciclado			0.1647	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			361	Kg/m ³	
	AGUA			223	L/m ³	
	AGREGADO FINO			839	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			433	Kg/m ³	
	A.G. RECICLADO 50%			392	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2248	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			843.9	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			434.1	Kg/m ³	
	A.G. RECICLADO 50%			393.2	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.40	Lts/m ³	3.4
	AGREGADO GRUESO			0.90	Lts/m ³	3.9
	A.G. RECICLADO 50%			6.30	Lts/m ³	20.8
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					28.0
						261.0 Lts/m³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			361	Kg/m ³	
	AGUA			251	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			844	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			434	Kg/m ³	
	A.G. RECICLADO 50%			392	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)						
	CEMENTO			10.11	Kg	
	AGUA			7.03	Lts	
	AGREGADO FINO			23.63	Kg	
	AGREGADO GRUESO			12.15	Kg	
	A.G. RECICLADO 50%			11.0	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
	C			1.0		
	A.F			2.34		
	A.G			1.20		
	H2o			29.55 Kg		
	A.G. Reciclado 50%			1.09		
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
	C			1.0		
	A.F			2.48		
	A.G			1.30		
	H2o			29.55 LT.		
	A.G. Reciclado 50%			1.89		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENsayo DE MATERIALES V°B° Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS Y CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACION : Distrito de Comas-Lima **Fecha de ensayo:** 28/05/2019

F _c 210 kg/cm ²							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.82	0.6	1.0	1415.0	1738.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.63	7.44	0.2	1.1	1392.0	1559.0	
RECICLADO 100%	2.38		0.3	5.6	864.0	1050.0	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			2-4	ulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			1"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.62			
4	AGUA			223			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			1.5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.00			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO				361.000	Kg/m ³	8.5	Bls/m ³
Volumen absoluto del cemento				0.1157	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2230	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0150	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS							0.354
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3165	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.0000	m ³ /m ³		0.646
Volumen absoluto de A.G. reciclado				0.3295	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS							1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				361	Kg/m ³		
AGUA				223	L/m ³		
AGREGADO FINO				839	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				0	Kg/m ³		
A.G. RECICLADO 100%				784	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2207	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				843.9	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				0.0	Kg/m ³		
A.G. RECICLADO 100%				786.5	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.40	%	3.4	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO				0.90	%	0.0	
A.G. RECICLADO 100%				5.30	%	41.6	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						44.9	Lts/m ³
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						267.9	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				361	Kg/m ³		
AGUA				268	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				844	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				0	Kg/m ³		
A.G. RECICLADO 100%				784	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2257	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)							
CEMENTO				10.11	Kg		
AGUA				7.50	Lts		
AGREGADO FINO				23.63	Kg		
AGREGADO GRUESO				0.00	Kg		
A.G. RECICLADO 100%				22.0	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p₃ (húmedo)							PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₃ (húmedo)
C	1.0			C	1.0		
A.F	2.34			A.F	2.48		
A.G	0.00			A.G	0.00		
H ₂ O	31.55 Kg.			H ₂ O	31.55 LT.		
A.G. Reciclado 100%	2.17			A.G. Reciclado 100%	3.77		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Ensayo mecánico: Compresión axial

Compresión a los 7 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	04/06/2019
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero		
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"		
UBICACIÓN	: Distrito de Comas-Lima		

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	28/05/2019	4/06/2019	7	16750.0	78.5	213.3	210.0	101.6
PATRÓN	28/05/2019	4/06/2019	7	16802.0	78.5	213.9	210.0	101.9
PATRÓN	28/05/2019	4/06/2019	7	16864.0	78.5	214.7	210.0	102.2
25.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	16408.0	78.5	208.9	210.0	99.5
25.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	16020.0	78.5	204.0	210.0	97.1
25.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	18165.0	78.5	206.1	210.0	98.1
50.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	14347.0	78.5	182.7	210.0	87.0
50.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	15657.0	78.5	199.4	210.0	94.9
50.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	15105.0	78.5	192.3	210.0	91.6
100.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	15139.0	78.5	192.8	210.0	91.8
100.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	15289.0	78.5	194.7	210.0	92.7
100.0%	28/05/2019	4/06/2019	7	15174.0	78.5	193.2	210.0	92.0

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Compresión a los 14 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Pereda Salguero
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Comas-Lima
	Fecha de emisión: 11/06/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14	20250.0	78.5	257.8	210.0	122.8
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14	20806.0	78.5	264.9	210.0	126.1
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14	20765.0	78.5	264.4	210.0	125.9
25.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	21775.0	78.5	277.2	210.0	132.0
25.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	21545.0	78.5	274.3	210.0	130.6
25.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	21612.0	78.5	275.2	210.0	131.0
50.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	20201.0	78.5	257.2	210.0	122.5
50.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	21415.0	78.5	272.7	210.0	129.8
50.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	20982.0	78.5	267.2	210.0	127.2
100.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	18341.0	78.5	233.5	210.0	111.2
100.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	19006.0	78.5	242.0	210.0	115.2
100.0%	28/05/2019	11/06/2019	14	18684.0	78.5	237.9	210.0	113.3

EQUIPO DE ENSAYO
 Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:
 * No se observaron fallas atípicas en las roturas
 * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUELLI BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 116803	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Compresión a los 28 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Pareda Salguero
TESIS	: "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Comas-Lima
Fecha de emisión: 25/06/2019	

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28	22606.0	78.5	287.8	210.0	137.1
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28	22575.0	78.5	287.4	210.0	136.9
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28	22327.0	78.5	284.3	210.0	135.4
25.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	22151.0	78.5	282.0	210.0	134.3
25.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	22356.0	78.5	284.6	210.0	135.5
25.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	22105.0	78.5	281.4	210.0	134.0
50.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	21775.0	78.5	277.2	210.0	132.0
50.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	21545.0	78.5	274.3	210.0	130.6
50.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	21612.0	78.5	275.2	210.0	131.0
100.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	19251.0	78.5	245.1	210.0	116.7
100.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	19906.0	78.5	240.7	210.0	114.6
100.0%	28/05/2019	25/06/2019	28	19184.0	78.5	244.3	210.0	116.3

EQUIPO DE ENSAYO
 Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

- OBSERVACIONES:**
- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
 - * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refrentante
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS YESENIA GUZMÁN BARRAZA INGENIERO CIVIL C.R. 115803	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
--	--	--

Ensayo mecánico: Tracción por compresión diametral

Tracción por compresión diametral a los 7 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"

SOLICITANTE : José Pereda Salguero
 CÓDIGO DE PROYECTO : --
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Comas-Lima
 FECHA DE EMISIÓN : 4/08/2019

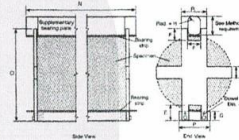
REALIZADO POR : P. Tasyco
 REVISADO POR : D. Cooto
 FECHA DE ENSAYO : 4/08/2019
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes Cilíndricos
 F_c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
PATRÓN	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6211.0	20 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6315.0	20 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6112.0	19 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6256.0	20 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6315.0	20 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	6287.0	20 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5054.0	16 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5132.0	16 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5198.0	17 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5499.0	18 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5378.0	17 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	4/08/2019	7 días	10.0	5264.0	17 kg/cm ²

© C 496C 496M - 04*



OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA LUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tracción por compresión diametral a los 14 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILINDRICO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"

SOLICITANTE : José Pereda Salguero
 CÓDIGO DE PROYECTO : --
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Comas-Lima
 FECHA DE EMISIÓN : 11/06/2019

REALIZADO POR : P. Tasayco
 REVISADO POR : D. Coto
 FECHA DE ENSAYO : 11/06/2019
 TURNO : Diurno

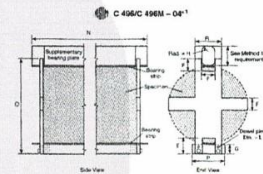
Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes Cilíndricos
 Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C486

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7815.0	25 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7586.0	24 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7687.0	24 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7085.0	23 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7011.0	22 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	7124.0	23 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6812.0	22 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6765.0	22 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6546.0	21 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6600.0	21 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6435.0	20 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	11/06/2019	14 días	10.0	6547.0	21 kg/cm ²

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.



Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Tracción por compresión diametral a los 28 días



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO CILÍNDRICO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"

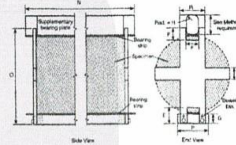
SOLICITANTE : José Pereda Salguero
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Distrito de Comas-Lima
 FECHA DE EMISIÓN : 25/06/2019
 REALIZADO POR : P. Tassayo
 REVISADO POR : D. Cooto
 FECHA DE ENSAYO : 25/06/2019
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes Cilíndricos
 Fc de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO (CM)	CARGA (KG)	RESISTENCIA (KG/CM ²)
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9875.0	31 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9756.0	31 kg/cm ²
PATRÓN	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9345.0	30 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9112.0	29 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9245.0	29 kg/cm ²
A.G. Reciclado 25%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	9152.0	29 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	8013.0	26 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	8152.0	26 kg/cm ²
A.G. Reciclado 50%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	8242.0	26 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	7684.0	24 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	7865.0	25 kg/cm ²
A.G. Reciclado 100%	28/05/2019	25/06/2019	28 días	10.0	7782.0	25 kg/cm ²

C 496C 496M - 04'



OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MTL GEOTECNIA.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARZA INGENIERO CIVIL CIP. 135863	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

SOLICITA TESIS : José Pereda Salguero
 : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACIÓN : Distrito de Comas-Lima
FECHA : 28-05-19
CANTERA : TRAPICHE

**Asentamiento de Concreto
 ASTM C-143**

Muestra	N° De ensayo	Consistencia (pulgadas)	Consistencia promedio
Patrón	1	3	3 1/4
	2	3 1/2	
Diseño A.G. Reciclado 25 %	1	3 1/2	3 1/2
	2	3 1/2	
Diseño A.G. Reciclado 50 %	1	5	5 1/4
	2	5 1/2	
Diseño A.G. Reciclado 100 %	1	5 1/2	5 3/4
	2	6	

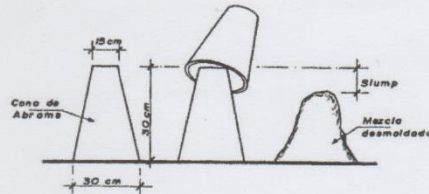


Fig. 8.1 Evaluación de la consistencia de mezclas, método del cono de Abrams.

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS-CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Temperatura



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

SOLICITA TESIS : José Pereda Salguero
 : "Comportamiento sísmico estructural de edificaciones de baja altura usando concreto con agregado grueso reciclado-Comas-2019"
UBICACION : Distrito de Comas-Lima
FECHA : 28-05-19
CANTERA : TRAPICHE

**Temperatura de concreto fresco
 ASTM C-1064**

Muestra	N° De ensayo	Temperatura °C	Temperatura promedio
Patrón	1	21.6 °C	21.55 °C
	2	21.5 °C	
Diseño A.G. Reciclado 25 %	1	21.8 °C	21.8 °C
	2	21.8 °C	
Diseño A.G. Reciclado 50 %	1	22 °C	21.95 °C
	2	21.9 °C	
Diseño A.G. Reciclado 100 %	1	22.1 °C	22.1 °C
	2	22.1 °C	

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL N° 11.6303	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 7: Certificados del laboratorio



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-0265-2018

OT : 1743-2565

Fecha de emisión : 2018 - 08 - 15

Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA
- | | | | |
|------------------|----------------|-----------------------|---------------|
| Marca | : ELE | Capacidad Máxima | : 120000 kgf |
| Modelo | : ADR TOUCH | División de Escala, d | : 0,1 kgf |
| N° Serie | : 1887-1-00074 | Procedencia | : No Indica |
| Código de Ident. | : NO INDICA | Ubicación | : Laboratorio |

- 3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.
La calibración se realizó el día 14 de agosto del 2018 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga"

5. PATRÓN.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Manómetro Digital	0 bar a 700 bar	0,05%	LFP-C-150-2017	DM - INACAL

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,1 °C	19,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	71,6 %	69,9 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza de 95%
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde sobre el equipo
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
Se deja a criterio del usuario el adecuado uso del equipo de acuerdo a los resultados adjuntos.


Lic. Nicolás Ramos / ~~Educar~~
Gerente Técnico
CFP:0316





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N° : LF-0265-2018
Página : 2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
102,1	0,62	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

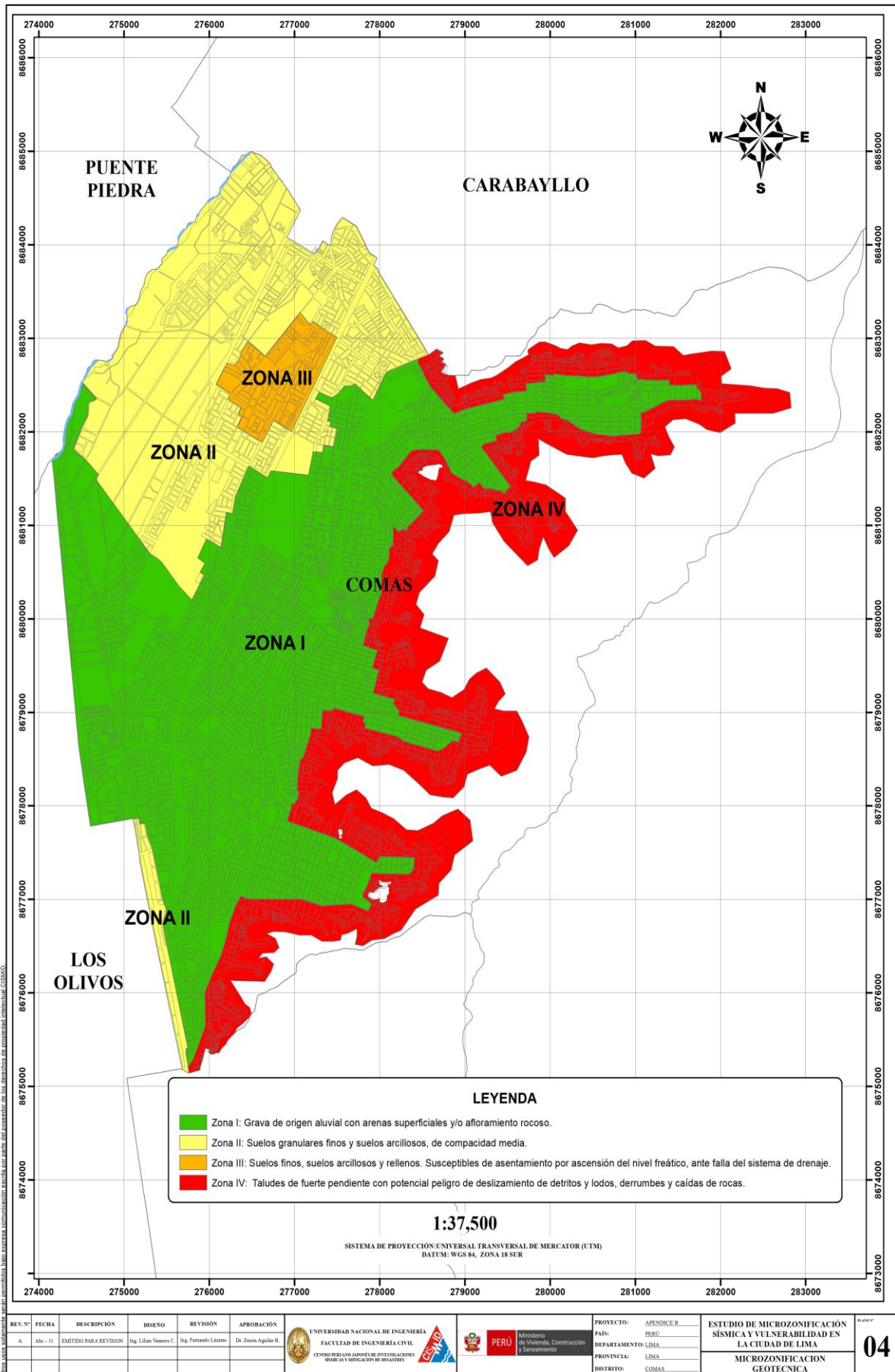
FIN DEL DOCUMENTO



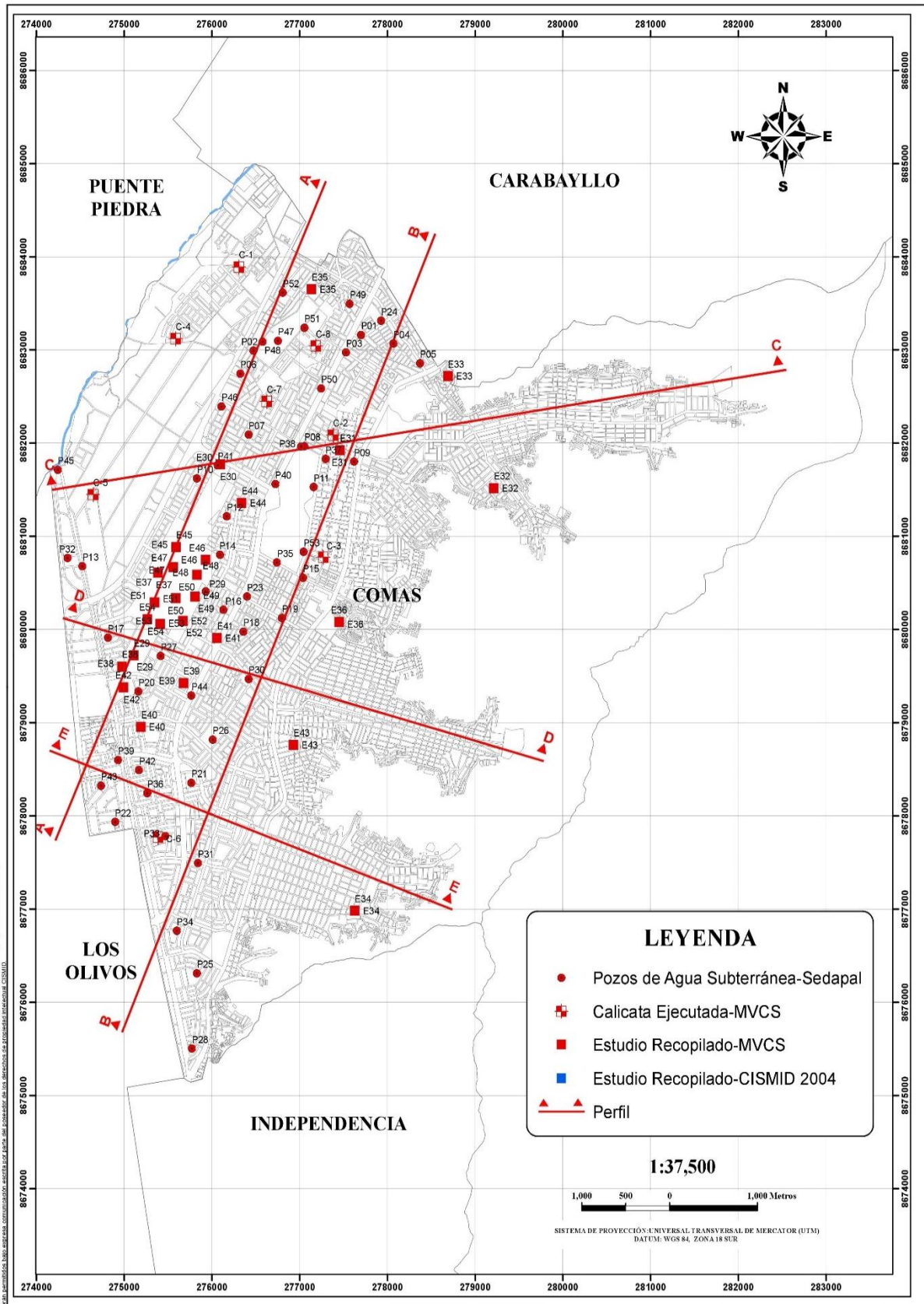
Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Anexo 8: Microzonificación sísmica



Ubicación de sondajes (E32)



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	DISEÑO	REVISIÓN	APROBACIÓN
A	11	EMITIDO PARA REVISEN	Ing. Ulises Yonover C.	Ing. Fernando Lizaso	Dr. Zoraida Apollon B.

		MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEPARTAMENTO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	PROYECTO: ASESORIA FEEL DEPARTAMENTO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO PROVINCIA: LIMA DISTRITO: COMAS	ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y VULNERABILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA UBICACIÓN DE SONDAJES	01
	SISTEMA DE PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM) DATUM: WGS 84, ZONA 18 SUR				

Perfil del suelo (E32)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS
Y MITIGACION DE DESASTRES



REGISTRO DE SONDAJE

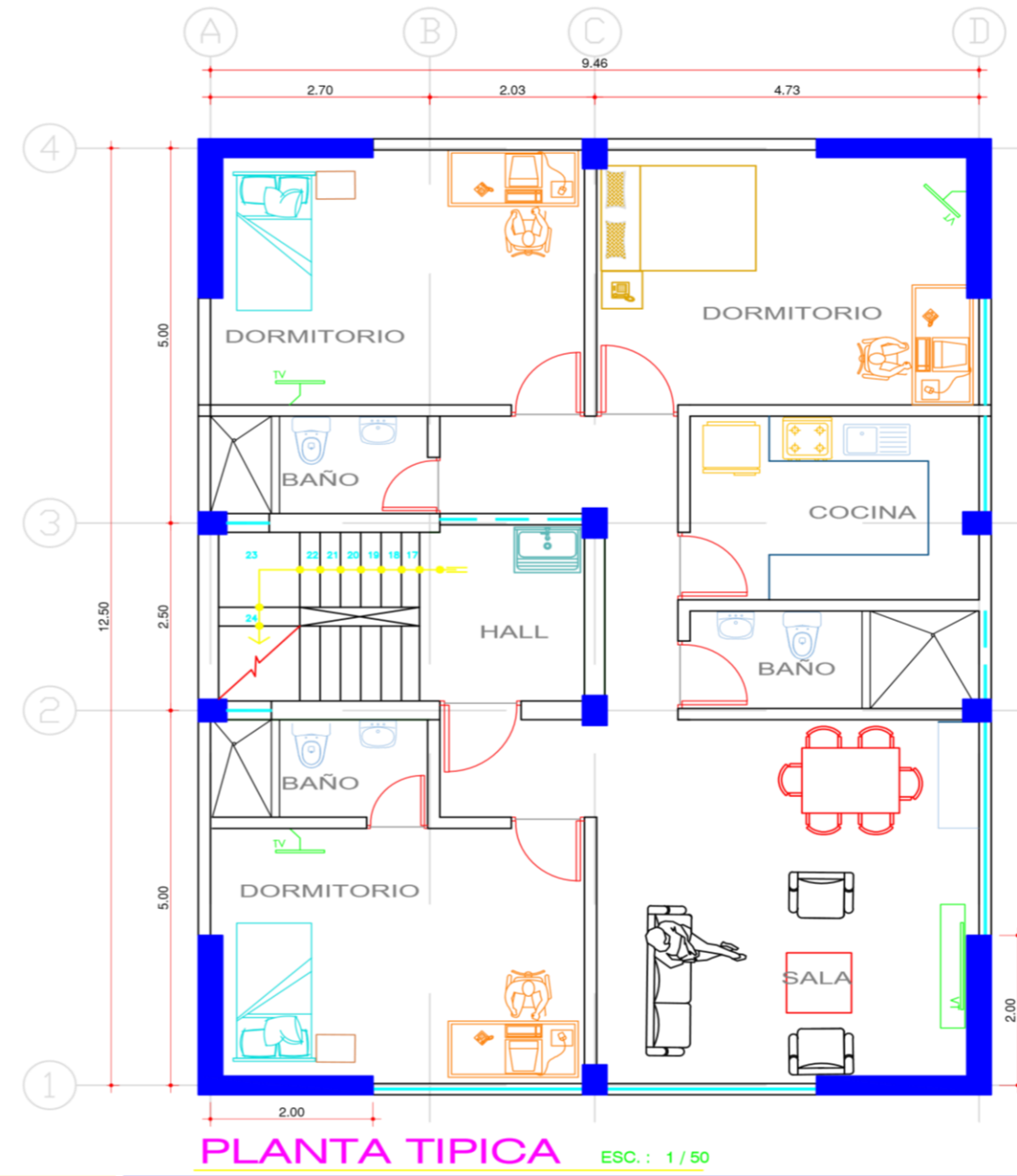
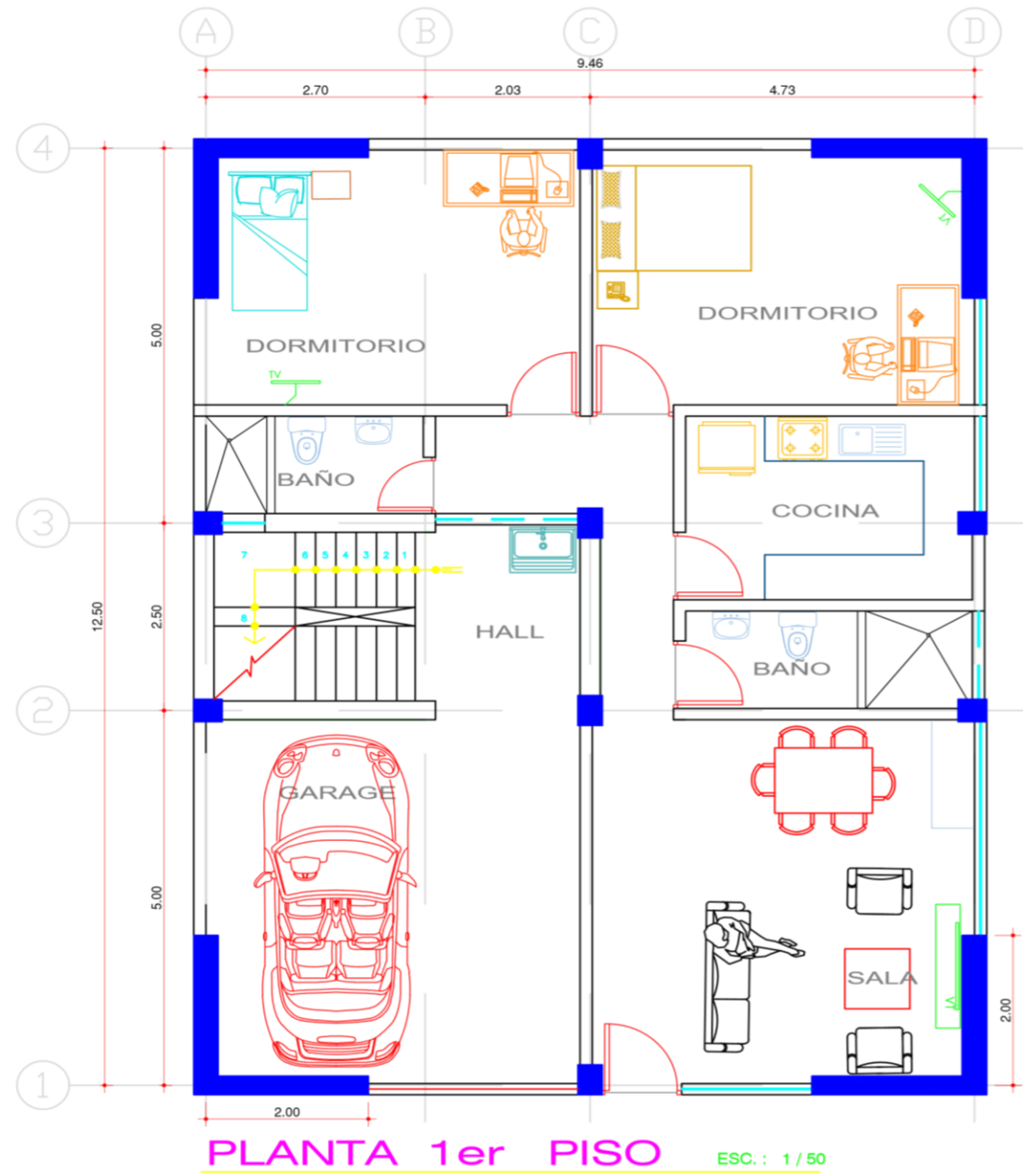
Proyecto :	Estudio de Microzonificación Sísmica y Vulnerabilidad en la ciudad de Lima	Código	: E32
Solicitado :	MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	Prof. Total (m)	: 1.60
Estudio :	E.S. Capilla El Carmen - Collique - Comas	Nivel Freático	: N.A.
Ubicación :	Entre las calles S. Cruz, S. Miguel y El Carmen - Alt. Milagro de Jesús Collique	Cota Absoluta	: 99.70
Referencia :	M&M Consultores S.R.L.	Revisado	: Ing. D. Veneros
Fecha	: Enero 1987	Fecha de Revisión	: Noviembre, 2010


CALICATA : E32

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	Muestra obtenida	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo		Descripción	ENSAYO DE PENETRACION				
					H. N. %	D. N. g/cm³		Gráfica de N				
								10	20	30	40	50
0.0												
0.2	0.50	S/M	R		-	-	Relleno. Arena gruesa con fragmentos de ladrillos y materia orgánica.					
0.4												
0.6	0.40	M-1	SP		-	-	Arena fina a gruesa, gravosa mal gradada, densa, ligeramente húmeda, marrón claro. Con partículas angulares.					
0.8												
1.0	0.20	M-2	SM		-	-	Arena fina, limosa, densa, ligeramente húmeda, marrón claro.					
1.2												
1.4	0.50	M-3	---		-	-	Fragmentos de rocas angulares de hasta 16" de tamaño máximo en matriz de arena fina a gruesa, mal gradada, densa, ligeramente húmeda, marrón claro.					
1.6												
1.8												
2.0												

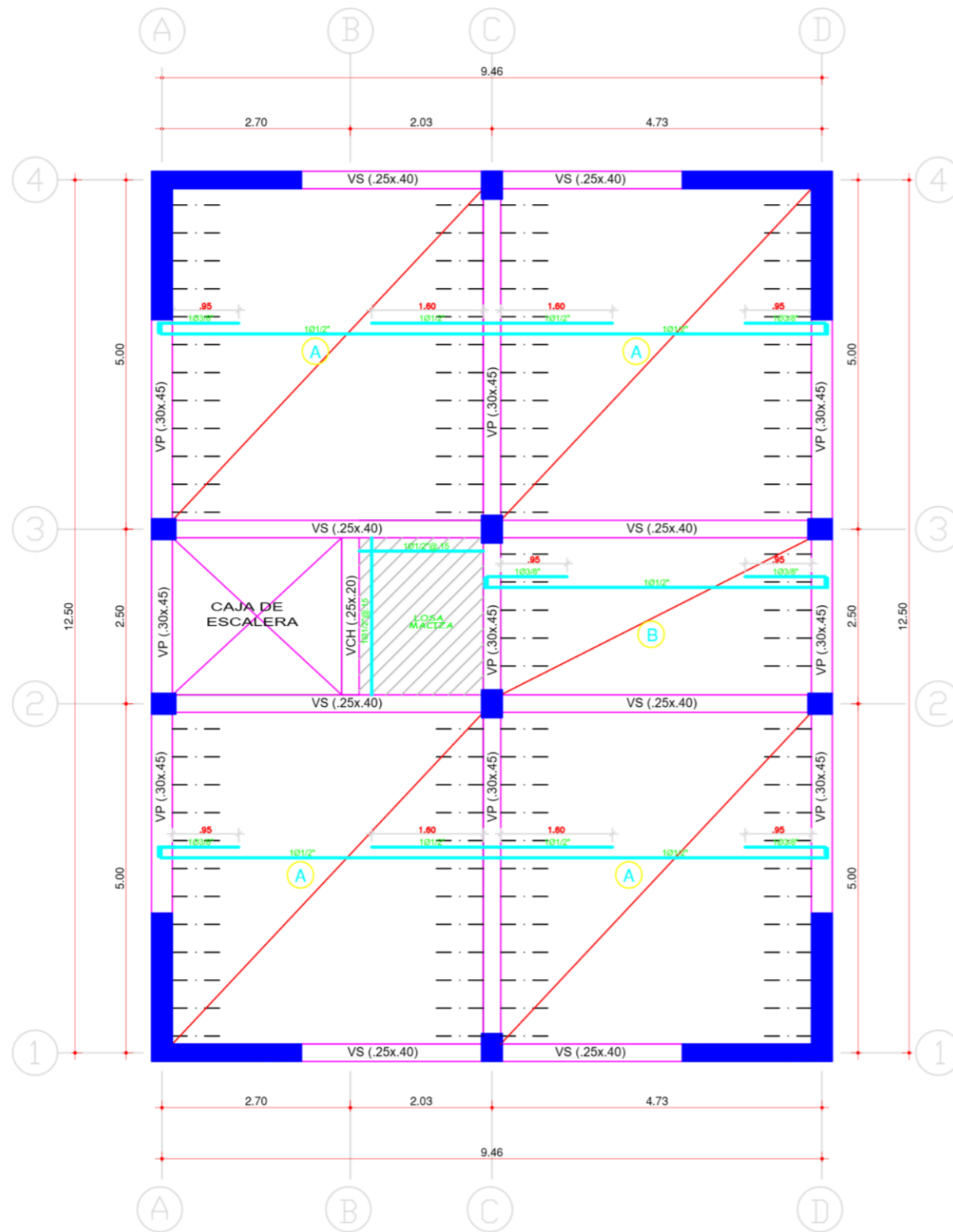
Anexo 9: Planos

ARQUITECTURA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS

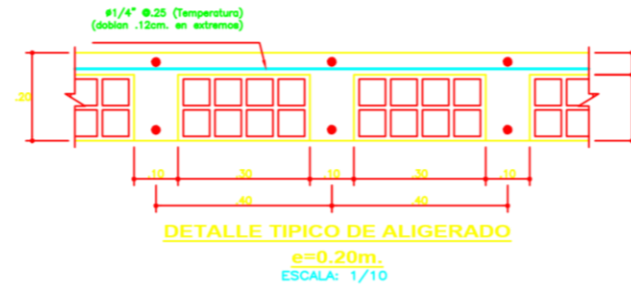


	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”					
	ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	UBICACION:	Comas, Lima	DISEÑO:	Pereda Salguero, José Tito
	DESCRIPCION:	PLANTAS	FECHA:	JULIO - 2019	DIBUJO:	HAD
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PROFESIONAL:		ESCALA:	1 : 50	
					E-1	

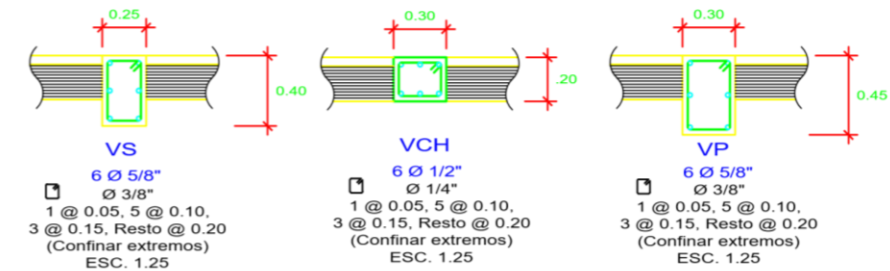
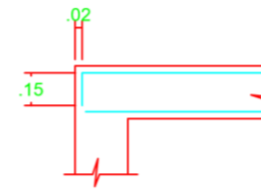
ESTRUCTURA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS



ALIGERADO TIPICO



DETALLE DE GANCHO STANDARD



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (Ø^{max}))
 SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8 (CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (Ø^{max}))

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : f_c = 210 Kg/cm²
 ACERO REFUERZO : f_y = 4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
 ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
 ZAPATAS : 7.5 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
 AZOTEA : 100 Kg / m²
 RESTO : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

TERRENO

CAPACIDAD PORTANTE : 1.50 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
 NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE
 NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-060

OBSERVACIONES :

LOS MUROS ACHURADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO TIPO IV , DE 18 HUECOS , CON PORCENTAJE DE VACIOS < 30% .
 LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL DESPUES DEL DESENCOFRADO DEL TECHO , CON LADRILLO PANDERETA.

NOTA : CIMENTACION :

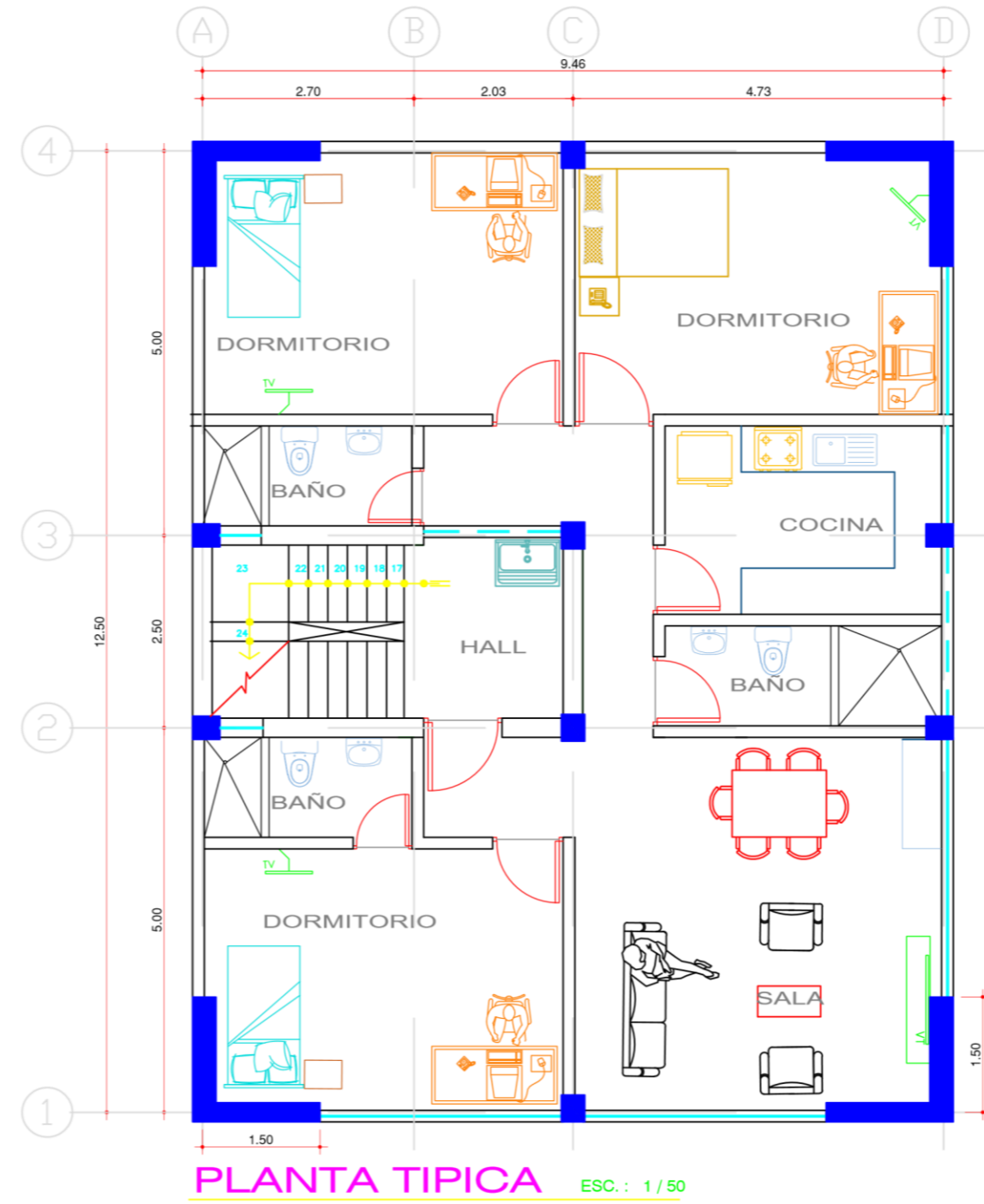
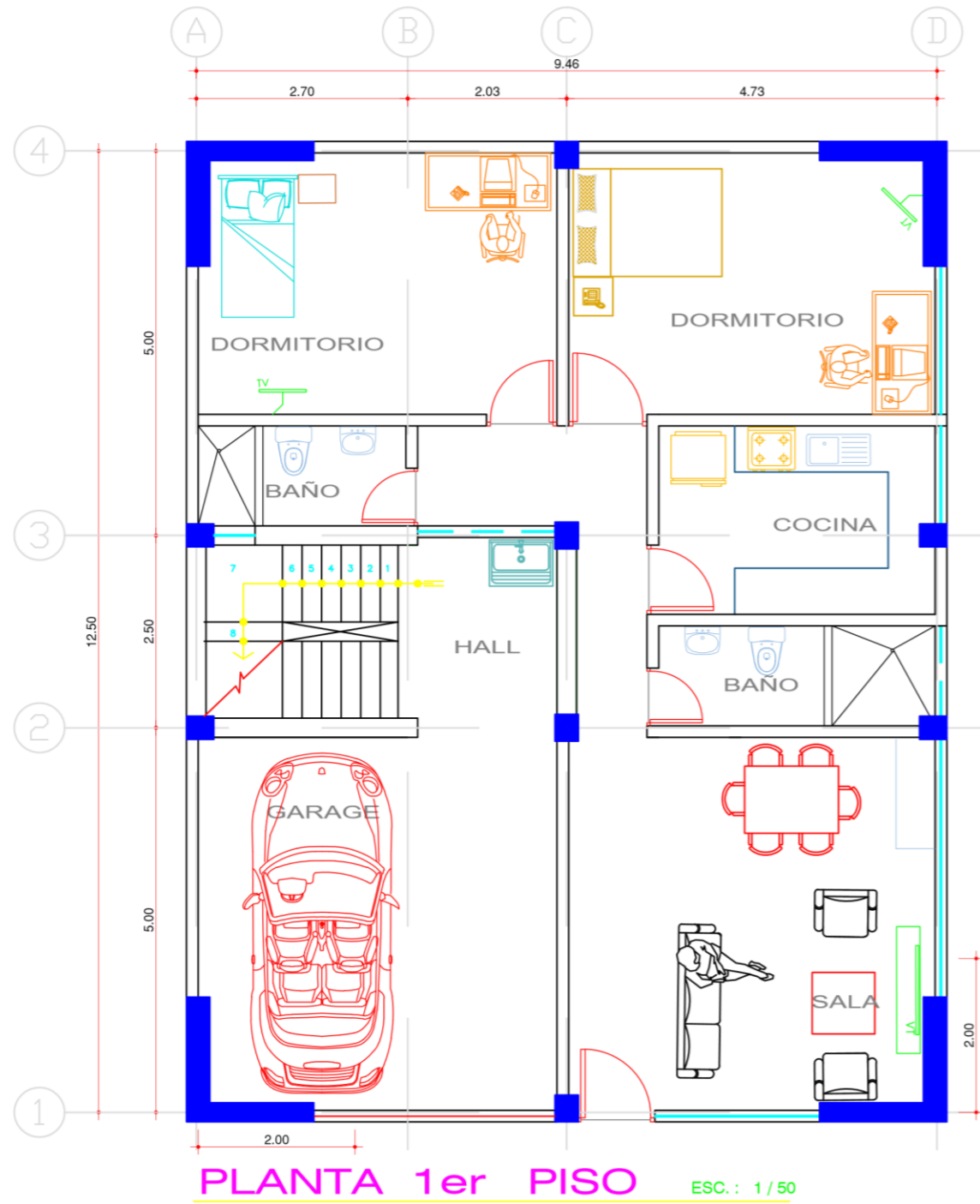
- 1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.60 ; CONCRETO f_c = 175 Kg/cm².
- 2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA = -1.00, SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.
- 3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO **ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

"COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019"

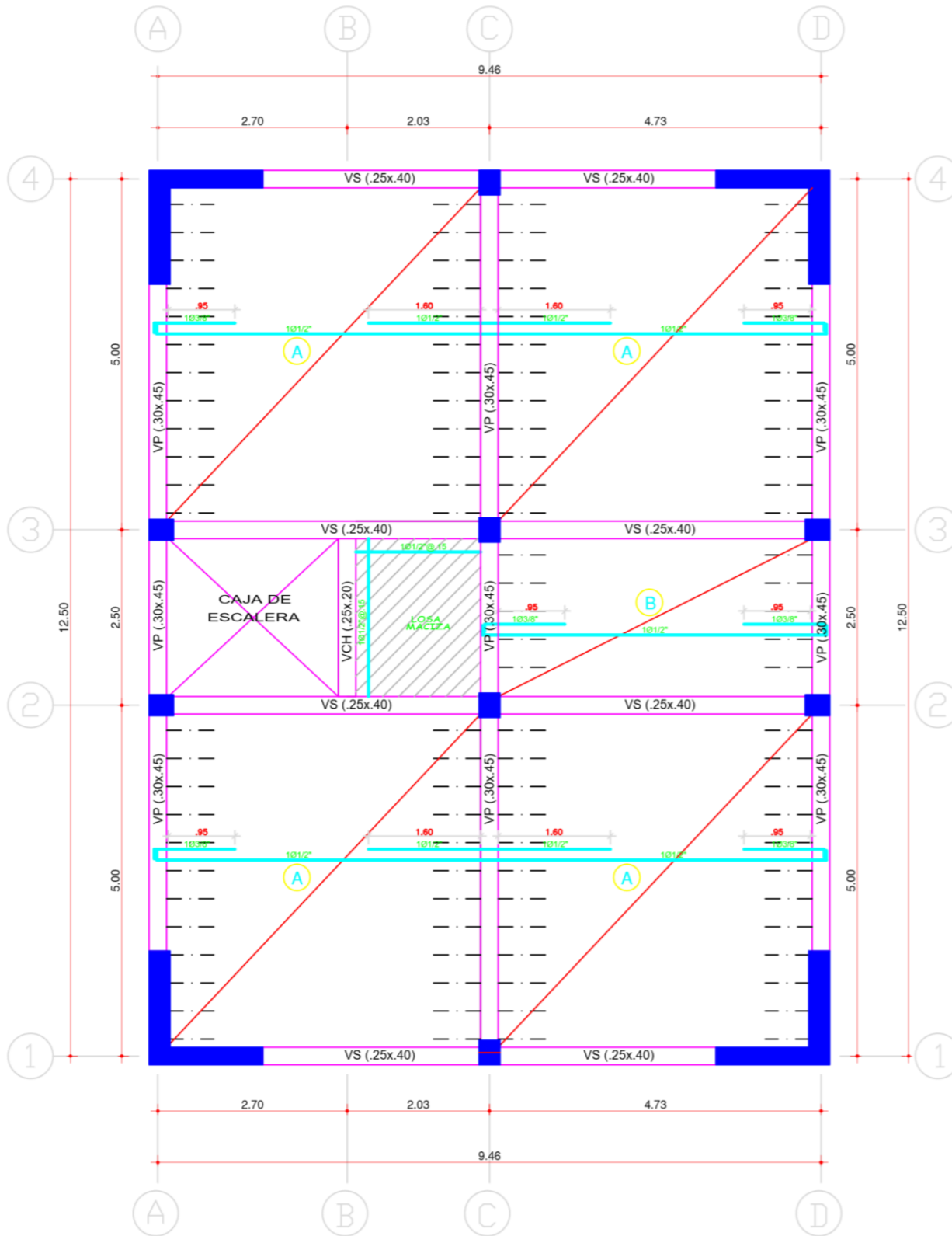
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	UBICACION: Comas, Lima	DISEÑO: Pereda Salguero, José Tito	
DESCRIPCION: TECHO ALIGERADO	FECHA: JULIO - 2019	DIBUJO: HAD	LAMINA: E-1
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PROFESIONAL:	ESCALA: 1 : 50	

ARQUITECTURA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
	“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”			
	ESPECIALIDAD:	UBICACION:	DISEÑO:	Pereda Salguero, José Tito
	ARQUITECTURA	Comas, Lima	DIBUJO:	HAD
DESCRIPCION:	FECHA:	ESCALA:	1 : 50	
PLANTAS	JULIO - 2019	PROFESIONAL:		
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			E-1

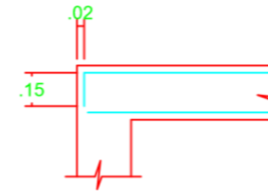
ESTRUCTURA EDIFICACIÓN DE 4 PISO



ALIGERADO TIPICO



DETALLE DE GANCHO STANDARD



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10
 (CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6^omax.)
 SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8
 (CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (3^omax.)

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : f_c = 210Kg/cm²
 ACERO REFUERZO : f_y = 4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
 ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
 ZAPATAS : 7.5 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
 AZOTEA : 100 Kg / m²
 RESTO : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPES DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

TERRENO

CAPACIDAD PORTANTE : 1.50 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-060

OBSERVACIONES :

LOS MUROS ACHURADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO

TIPO IV , DE 18 HUECOS , CON PORCENTAJE DE VACIOS < 30% .

LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL

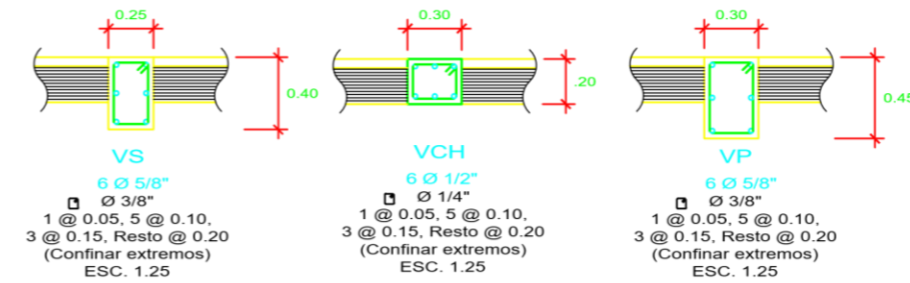
DESPUES DEL DESENCOFRADO DEL TECHO , CON LADRILLO PANDERETA.

NOTA : CIMENTACION :

1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.60 ; CONCRETO f_c = 175 Kg/m².

2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA = -1.00, SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.

3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

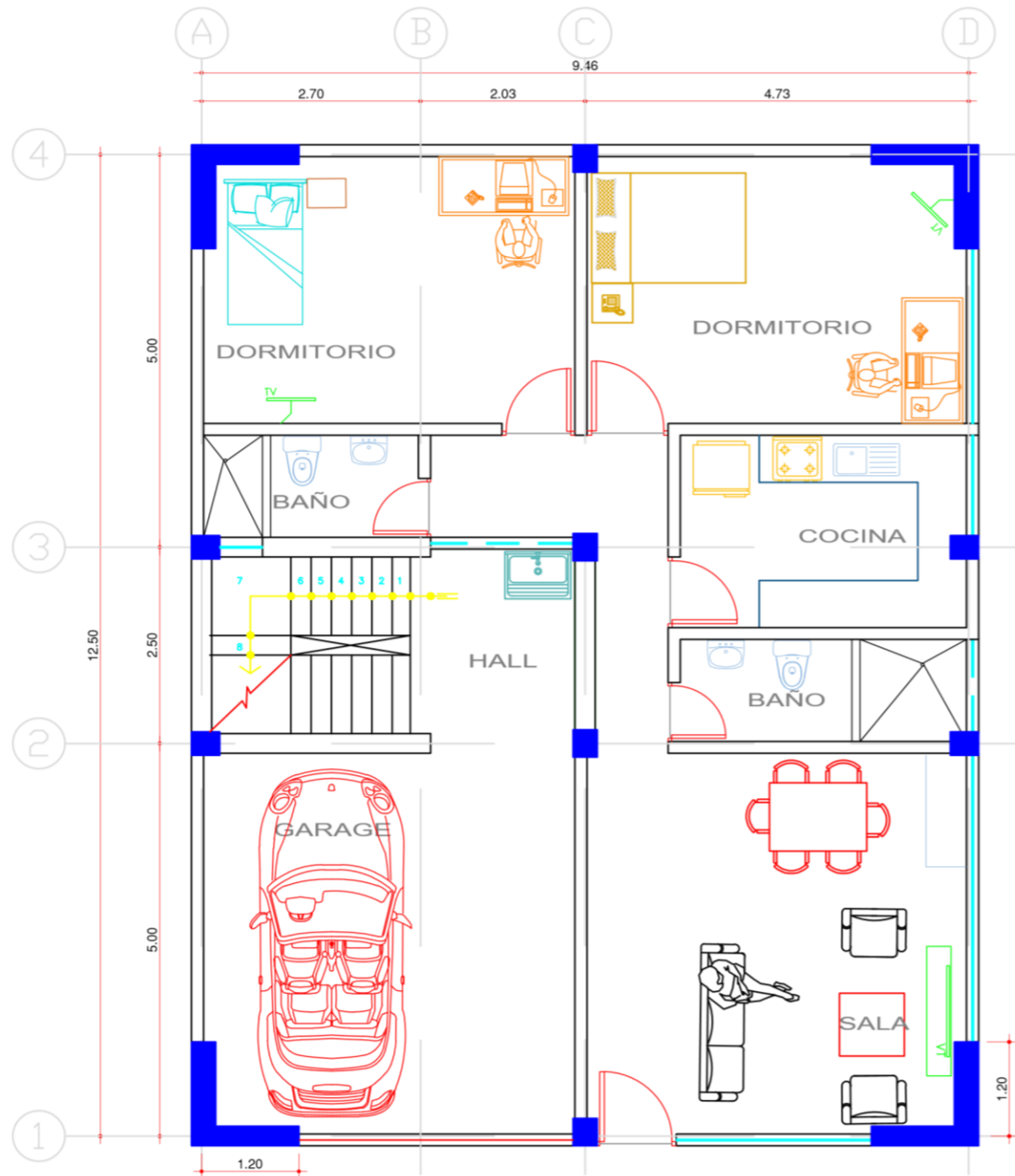


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 "COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019"

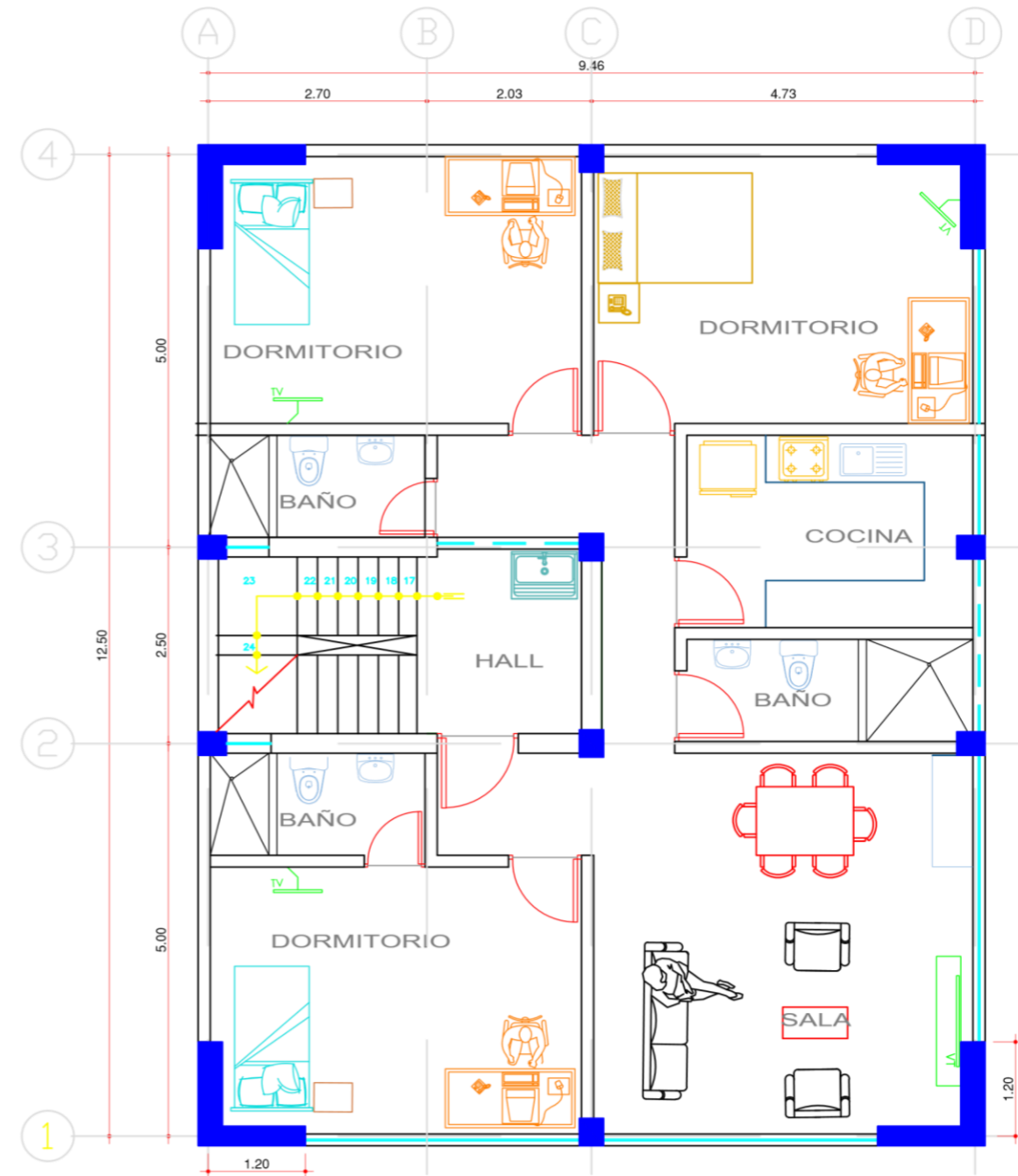
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	UBICACION: Comas, Lima	DISEÑO: Pareda Salguero, José Tito
DESCRIPCION: TECHO ALIGERADO	FECHA: JULIO - 2019	DIBUJO: HAD
PROYECTO: VIVIENDA BIFAMILIAR	PROFESIONAL:	ESCALA: 1 : 50

LAMINA:
E-1


ARQUITECTURA EDIFICACIÓN DE 3 PISOS



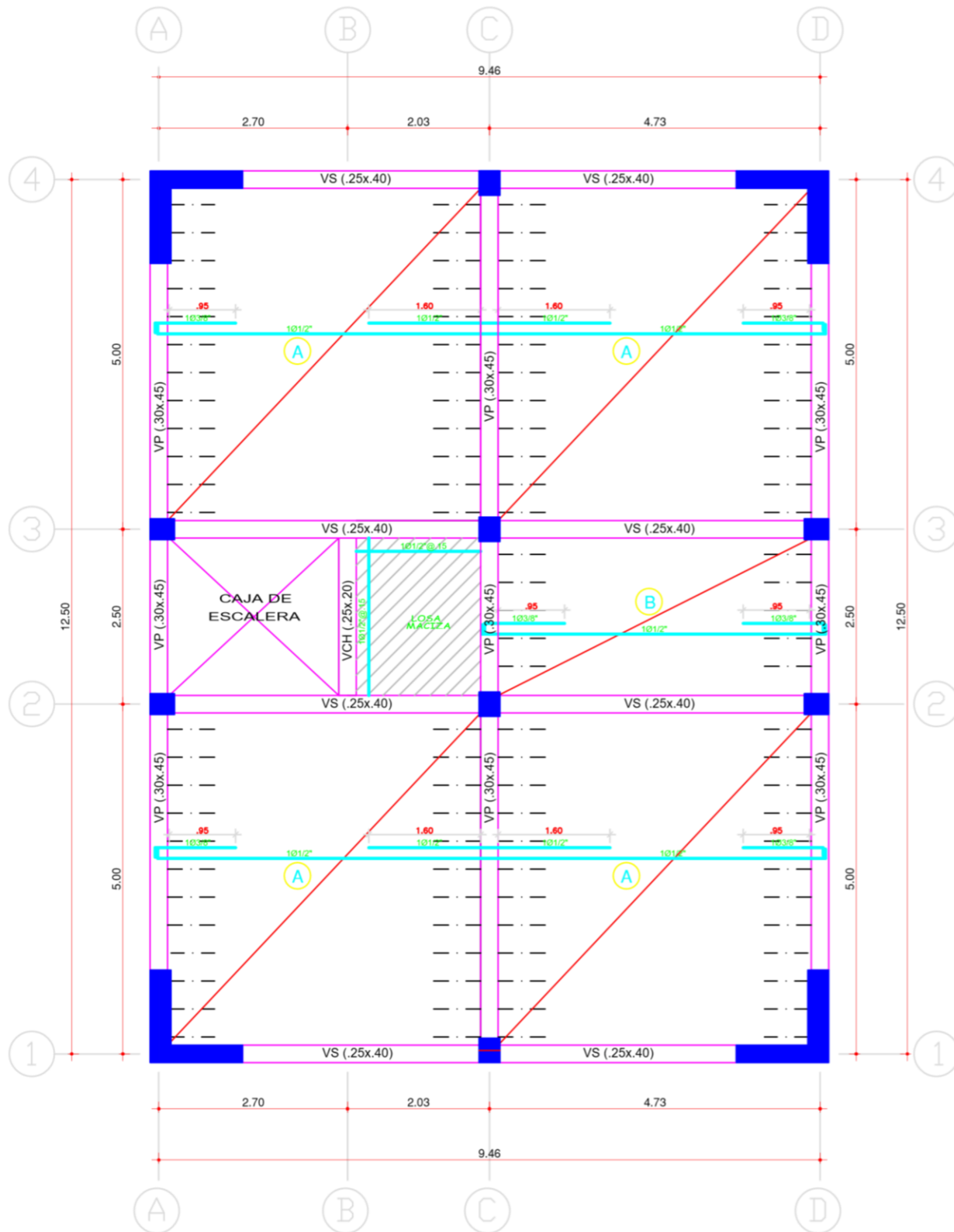
PLANTA 1er PISO ESC.: 1/50



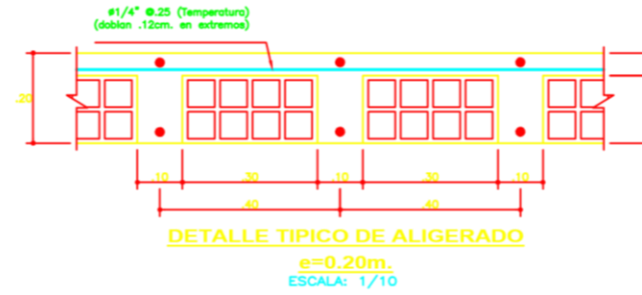
PLANTA TIPICA ESC.: 1/50

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
	“COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019”			
	ESPECIALIDAD:	UBICACION:	DISEÑO:	Pareda Salguero, José Tito
	ARQUITECTURA	Comas, Lima	DIBUJO:	HAD
DESCRIPCION:	FECHA:	ESCALA:	1 :50	
PLANTAS	JULIO - 2019	E-1		
PROYECTO:	PROFESIONAL:			
VIVIENDA MULTIFAMILIAR				

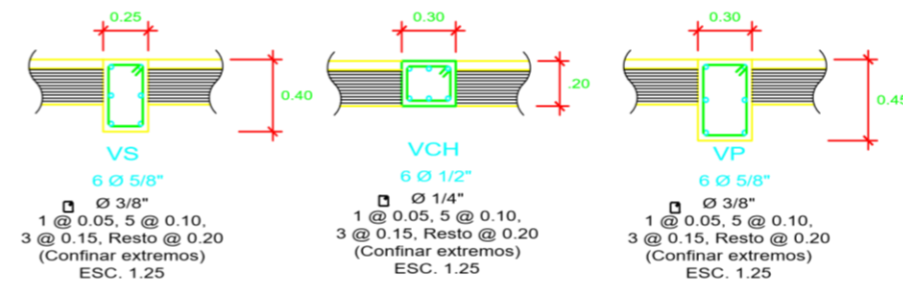
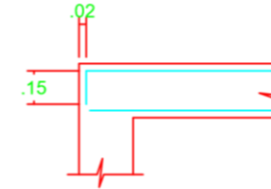
ESTRUCTURA EDIFICACIÓN DE 3 PISOS



ALIGERADO TIPICO



DETALLE DE GANCHO STANDARD



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO CICLOPEO
CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10
(CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6^omax.)
SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8
(CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PG (3^omax.)

CONCRETO ARMADO
CONCRETO : f_c = 210 Kg/cm²
ACERO REFUERZO : f_y = 4200 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS
VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm
VIGAS CHATAS : 2.5 Cm
ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm
ZAPATAS : 7.5 Cm

SOBRECARGAS : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS
AZOTEA : 100 Kg / m²
RESTO : 200 Kg / m²

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS (Z)
1/4"	0.45	0.55	0.10
3/8"	0.45	0.55	0.15
1/2"	0.50	0.60	
5/8"	0.60	0.75	
3/4"	0.70	0.80	

TERRENO

CAPACIDAD PORTANTE : 1.50 Kg/cm²

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION :

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

NORMAS TECNICAS DE EDIFICACION E-060

OBSERVACIONES :

LOS MUROS AGUJERADOS SON PORTANTES Y SERAN DE LADRILLO

TIPO IV . DE 18 HUECOS , CON PORCENTAJE DE VACIOS < 30% .

LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL

DESPUES DEL DESENCOFRADO DEL TECHO , CON LADRILLO PANDERETA.

NOTA : CIMENTACION :

1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.60 ; CONCRETO f_c = 175 Kg/m².

2) - EL NIVEL DE CIMENTACION SERA = -1.00, SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA.

3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.



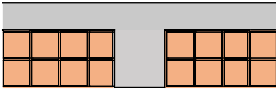
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL "COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA USANDO CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO-COMAS-2019"

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	UBICACION: Comas, Lima	DISEÑO: Pereda Salguero, José Tito
DESCRIPCION: TECHO ALIGERADO	FECHA: JULIO - 2019	DIBUJO: HAD
PROYECTO: VIVIENDA BIFAMILIAR	PROFESIONAL:	ESCALA: 1 : 50

LAMINA:
E-1

Anexo 10: Metrado de cargas

Cargas para asignar

CM	Tabiquería móvil	e = 0.15 m h muro = 3.10 m p.especi = 1800 kg/m ³ p por ml = 375 kg/ml carga equivalente = 150 kg/m ²	150.0 kg/m ²	
	Acabado	Contrapiso	e= 0.04 m γ= 2300 kg/m ³ P.U.= 92 kg/m ²	143.5 kg/m ²
		Piso Cerámico	e= 0.01 m γ= 20 kg/m ² P.U.= 20 kg/m ²	
		Cielo raso	e= 0.015 m γ= 2100 kg/m ³ P.U.= 32 kg/m ²	
Aligerado	Piso cerámico 1.0 cm Contrapiso 4.0 cm Losa 5.0 cm Ladrillo 20.0 cm Cielo raso 1.5 cm 	Pe c= 2400 kg/m ³ ALIGE: 1D H: 0.20 m PP: 300 kg/2 PP ladri: 60 kg/m ²	60 kg/m ²	
CV	S/C	VIVIENDA (E020)	200 kg/m ²	
CVT	S/C	CARGA DE AZOTEA (E020)	100 kg/m ²	

Metrado para una edificación de 5 pisos:

Metrado de cargas de columnas

Descripción	Número	b (m)	D (m)	Pesos x Piso				
				1°	2°	3°	4°	5°
C1	2	0.3	0.4	2160	1728	1728	1728	864
C2	2	0.3	0.4	2160	1728	1728	1728	864
C 3	4	0.3	0.35	3780	3024	3024	3024	1512
				8100	6480	6480	6480	3240

Metrado de cargas de muros

Descripción	Número	t	L	Pesos x Piso				
				1°	2°	3°	4°	5°
Muros 25	4	0.25	2	18000	14400	14400	14400	7200
Muros 30	4	0.3	2	21600	17280	17280	17280	8640
				39600	31680	31680	31680	15840

Metrado de cargas de vigas

Descripción	Número	Longitud (m)	b (m)	h (m)	Pesos x Piso				
					1°	2°	3°	4°	5°
V CH	1	2.5	0.25	0.2	300	300	300	300	300
VP 30x45	2	7.8	0.3	0.45	5054.4	5054.4	5054.4	5054.4	5054.4
	1	11.3	0.3	0.45	3661.2	3661.2	3661.2	3661.2	3661.2
VS 25x40	2	5.16	0.25	0.4	2476.8	2476.8	2476.8	2476.8	2476.8
	2	8.86	0.25	0.4	4252.8	4252.8	4252.8	4252.8	4252.8
					15745.2	15745.2	15745.2	15745.2	15745.2

Metrado de cargas de losas

Descripción	Espesor (cm)	N° Paños	LX (m)	LY (m)	Área (m2)	Pesos x Piso				
						1°	2°	3°	4°	5°
Alig. 1 Dir.	20	4	4.73	5	94.6	19866	19866	19866	19866	19866
Alig. 1 Dir.	20	1	4.73	2.5	11.825	2483.25	2483.25	2483.25	2483.25	2483.25
Maciza	20	1	2.03	2.5	5.075	2436	2436	2436	2436	2436
						24785.25	24785.25	24785.25	24785.25	24785.25

Metrado de cargas muertas

Piso	Carga Muerta			Peso CM
	Tabiquería móvil	Acabado	Aligerado	
1	150	143.5	60	39415.25
2	150	143.5	60	39415.25
3	150	143.5	60	39415.25
4	150	143.5	60	39415.25
5	-	143.5	-	16000.25

Metrado de cargas viva

Piso	Carga Viva		Peso Entrepiso	Peso Techo
	Entrepiso	Techo		
1	200	-	22300	-
2	200	-	22300	-
3	200	-	22300	-
4	200	-	22300	-
5	-	100	-	11150

Resumen de metrado de cargas

Piso	PP	CM	CV	CVT	Peso x Piso kg
1	88230.45	39415.25	22300	-	149945.7
2	78690.45	39415.25	22300	-	140405.7
3	78690.45	39415.25	22300	-	140405.7
4	78690.45	39415.25	22300	-	140405.7
5	59610.45	16000.25	-	11150	86760.7
					657923.5

Metrado para una edificación de 4 pisos:

Metrado de cargas de columnas

Descripción	Número	b (m)	D (m)	Pesos x Piso			
				1°	2°	3°	4°
C1	2	0.3	0.35	1890	1512	1512	756
C2	2	0.3	0.35	1890	1512	1512	756
C 3	4	0.3	0.35	3780	3024	3024	1512
				7560	6048	6048	3024

Metrado de cargas de muros

Descripción	Número	t	L	Pesos x Piso			
				1°	2°	3°	4°
Muros 25	4	0.25	1.5	13500	10800	10800	5400
Muros 30	4	0.3	1.5	16200	12960	12960	6480
				29700	23760	23760	11880

Metrado de cargas de vigas

Descripción	Número	Longitud (m)	b (m)	h (m)	Pesos x Piso			
					1°	2°	3°	4°
V CH								
0.25X0.20	1	2.5	0.25	0.2	300	300	300	300
VP 30x45	2	8.8	0.3	0.45	5702.4	5702.4	5702.4	5702.4
	1	11.45	0.3	0.45	3709.8	3709.8	3709.8	3709.8
VS 25x40	2	6.16	0.25	0.4	2956.8	2956.8	2956.8	2956.8
	2	8.86	0.25	0.4	4252.8	4252.8	4252.8	4252.8
					16921.8	16921.8	16921.8	16921.8

Metrado de cargas de losas

Descripción	Espesor (cm)	N° Paños	LX (m)	LY (m)	Área (m2)	Pesos x Piso			
						1°	2°	3°	4°
Alig. 1 Dir.	20	4	4.73	5	94.6	19866	19866	19866	19866
Alig. 1 Dir.	20	1	4.73	2.5	11.825	2483.25	2483.25	2483.25	2483.25
Maciza	20	1	2.03	2.5	5.075	2436	2436	2436	2436
						24785.25	24785.25	24785.25	24785.25

Metrado de cargas muertas

Piso	Carga Muerta			Peso
	Tabiquería móvil	Acabado	Aligerado	CM
1	150	143.5	60	39415.25
2	150	143.5	60	39415.25
3	150	143.5	60	39415.25
4	-	143.5	-	16000.25

Metrado de cargas viva

Piso	Carga Viva		Peso	Peso
	Entrepiso	Techo	Entrepiso	Techo
1	200	-	22300	-
2	200	-	22300	-
3	200	-	22300	-
4	-	100	-	11150

Resumen de metrado de cargas

Piso	PP	CM	CV	CVT	Peso x Piso kg
1	78967.05	39415.25	22300	-	140682.3
2	71515.05	39415.25	22300	-	133230.3
3	71515.05	39415.25	22300	-	133230.3
4	56611.05	16000.25	-	11150	83761.3
					490904.2

Metrado para una edificación de 3 pisos:

Metrado de cargas de columnas

Descripción	Número	b (m)	D (m)	Pesos x Piso		
				1°	2°	3°
C1	2	0.3	0.35	1890	1512	756
C2	2	0.3	0.35	1890	1512	756
C 3	4	0.3	0.35	3780	3024	1512
				7560	6048	3024

Metrado de cargas de muros

Descripción	Número	t	L	Pesos x Piso		
				1°	2°	3°
Muros 25	8	0.25	1.2	21600	17280	8640
				21600	17280	8640

Metrado de cargas de vigas

Descripción	Número	Longitud (m)	b (m)	h (m)	Pesos x Piso		
					1°	2°	3°
V CH 0.25X0.20	1	2.5	0.25	0.2	300	300	300
VP 25x45	2	9.4	0.25	0.45	5076	5076	5076
	1	11.45	0.25	0.45	3091.5	3091.5	3091.5
VS 25x40	2	6.76	0.25	0.4	3244.8	3244.8	3244.8
	2	8.86	0.25	0.4	4252.8	4252.8	4252.8
					15965.1	15965.1	15965.1

Metrado de cargas de losas

Descripción	Espesor (cm)	N° Paños	LX (m)	LY (m)	Área (m2)	Pesos x Piso		
						1°	2°	3°
Alig. 1 Dir.	20	4	4.73	5	94.6	19866	19866	19866
Alig. 1 Dir.	20	1	4.73	2.5	11.825	2483.25	2483.25	2483.25
Maciza	20	1	2.03	2.5	5.075	2436	2436	2436
						24785.25	24785.25	24785.25

Metrado de cargas muertas

Piso	Carga Muerta			Peso CM
	Tabiquería móvil	Acabado	Aligerado	
1	150	143.5	60	39415.25
2	150	143.5	60	39415.25
3	-	143.5	-	16000.25

Metrado de cargas viva

Piso	Carga Viva		Peso Entrepiso	Peso Techo
	Entrepiso	Techo		
1	200	-	22300	-
2	200	-	22300	-
3	-	100	-	11150

Resumen de metrado de cargas

Piso	PP	CM	CV	CVT	Peso x Piso kg
1	69910.35	39415.25	22300	-	131625.6
2	64078.35	39415.25	22300	-	125793.6
3	52414.35	16000.25	-	11150	79564.6
					186403.05 94830.75 44600 11150 336983.8

Anexo 11: Sistema estructural

Desacuerdo ala la norma E030 las edificaciones son de sistema Dual como indica la siguiente tabla.

Edificación 5 pisos:

Tabla 66: Verificación de sistema estructural, edificación 5 pisos.

Edificación con concreto convencional.					Edificación con concreto reciclado.				
	VD X	%	VD Y	%		VD X	%	VD Y	%
Muros	50761.31	66%	52085.8	68%	Muros	49205.9	65%	49698.5	65%
Columnas	26149.77	34%	25065.7	32%	Columnas	26785.4	35%	26573.0	35%
Albañilería	0.00	0%	0.00	0%	Albañilería	0.00	0%	0.00	0%
Total	76911.08	100%	77151.59	100%	Total	75991.36	100%	76271.60	100%
Sistema	Dual		Dual		Sistema	Dual		Dual	

Fuente: Elaboración propia

Edificación 4 pisos:

Tabla 67: Verificación de sistema estructural, edificación 4 pisos.

Edificación con concreto convencional.					Edificación con concreto reciclado.				
	VD X	%	VD Y	%		VD X	%	VD Y	%
Muros	37917.11	65%	36223.20	62%	Muros	38454.11	66%	39359.11	68%
Columnas	20640.32	35%	22676.32	39%	Columnas	19458.71	34%	18864.43	32%
Albañilería	0.00	0%	0.00	0%	Albañilería	0.00	0%	0.00	0%
Total	58557.43	100%	58899.52	100%	Total	57912.82	100%	58223.54	100%
Sistema	Dual		Dual		Sistema	Dual		Dual	

Fuente: Elaboración propia

Edificación 3 pisos:

Tabla 68: Verificación de sistema estructural, edificación 3 pisos.

Edificación con concreto convencional.					Edificación con concreto reciclado.				
	VD X	%	VD Y	%		VD X	%	VD Y	%
Muros	28242.54	68%	28410.53	68%	Muros	27516.5	67%	28248.6	68%
Columnas	13205.28	32%	13283.82	32%	Columnas	13457.5	33%	13020.3	32%
Albañilería	0.00	0%	0.00	0%	Albañilería	0.00	0%	0.00	0%
Total	41447.82	100%	41694.35	100%	Total	40974.00	100%	41269.05	100%
Sistema	Dual		Dual		Sistema	Dual		Dual	

Fuente: Elaboración propia