



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis sismorresistente de una edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso al hormigón, San Antonio De Jicamarca, Huarochirí, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Palomino Cordova, Emily Bertha (ORCID:0000-0001-9135-3634)

ASESOR(A):

Dr. Suarez Alvites Alejandro (ORCID:0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ
2020

Dedicatoria

Mi proyecto de investigación se la dedico principalmente a Dios, por ser mi inspirador y darme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos deseados. A en quien vida fue Irma Pacheco Flores todos mis logros siempre lo hago pensando en ti mi ángel. A mi madre, Rocio Cordova P. por su amor y sacrificio en todos estos años, a mi padre Jesús Palomino Q. por su apoyo incondicional y moral, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mis hermanos, a mis segundos padres Jesús Quispe H., Henry y Leo Sanabria por acompañarme por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi vida. A mi amigos y compañeros que me han apoyado en mi investigación y abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Doy gracias a Dios en primer lugar, por darme la dicha de terminar uno de mis logros.

A mi familia entera y a todas las personas que directa o indirectamente me apoyaron en la realización de este proyecto de investigación.

Al Dr. Suarez Alvites Alejandro por su conocimiento impartido durante la formación académica, por compartir su tiempo, y conocimiento.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract..... | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| III. MÉTODO..... | 21 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 22 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo..... | 23 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 3.5 Procedimientos..... | 24 |
| 3.6 Método de análisis de datos..... | 25 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 48 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 52 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 54 |
| REFERENCIAS..... | 56 |
| ANEXOS..... | 60 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Cargas Vivas Mínimas Repartidas | 15 |
| Tabla 2 Factores para pre dimensionamiento de vigas | 15 |
| Tabla 3 Peso de Losas Aligeradas de acuerdo a su espesor | 16 |
| Tabla 4 Factores de Zona | 18 |
| Tabla 5 Factor de Suelo | 18 |
| Tabla 6 Periodos T_p y T_L | 18 |
| Tabla 7 Categoría de las edificaciones y Factor U | 19 |
| Tabla 8 Técnicas e instrumentos..... | 24 |
| Tabla 9 Datos recopilados para obtener el modelo de regresión múltiple | 27 |
| Tabla 10 Análisis de varianza | 28 |
| Tabla 11 Predimensionamiento de columnas iniciales | 31 |
| Tabla 12 Metrado de cargas muertas de columna central "CC" | 32 |
| Tabla 13 Metrado de cargas vivas de columna central "CC" | 33 |
| Tabla 14 Tipo de columna | 33 |
| Tabla 15 Dimensiones de columna central | 33 |
| Tabla 16 Técnicas e instrumentos Metrado de cargas muerta de columna esqui- nera | 34 |
| Tabla 17 Metrado de cargas vivas de columna esquinera I | 34 |
| Tabla 18 Dimensiones de columna esquinera..... | 35 |
| Tabla 19 Metrado de cargas muerta de columna excéntrica | 35 |
| Tabla 20 Metrado de cargas vivas de columna excéntrica | 36 |
| Tabla 21 Dimensiones de columna excéntrica | 36 |
| Tabla 22 Sistema estructural R_o | 37 |
| Tabla 23 Peso de edificación | 38 |
| Tabla 24 Periodos fundamentales..... | 38 |
| Tabla 25 Fuerza sísmica | 39 |
| Tabla 26 Desplazamientos en "X" | 40 |
| Tabla 27 Desplazamientos en "Y" | 40 |
| Tabla 28 Derivas en estático en X..... | 43 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ejemplo de luz libre mayor | 15 |
| Figura 2. Predimensionamiento de viga principal..... | 16 |
| Figura 3. Zonas Sísmicas | 17 |
| Figura 4. Arreglo 3D de la resistencia a la compresión (a la izquierda), y diagrama en 2D para la misma (derecha)..... | 28 |
| Figura 5. Dimensiones de área de columna CC..... | 32 |
| Figura 6. Dimensiones de área tributaria de columna CC | 34 |
| Figura 7. Dimensiones de área tributaria de columna CEX..... | 35 |
| Figura 8. Desplazamientos dinámicos en “Y” | 41 |
| Figura 9. Desplazamientos dinámicos en “X” | 41 |
| Figura 10. Desplazamientos estáticos en “X” | 42 |
| Figura 11. Desplazamientos estático en “Y”..... | 42 |
| Figura 12. Derivas en X” | 43 |
| Figura 13. Derivas en Y” | 44 |
| Figura 14 Derivas en X” | 45 |
| Figura 15. Derivas en Y” | 46 |

Resumen

El presente trabajo demuestra la viabilidad técnica de un diseño para una edificación aporticada, donde el concreto es modificado por la sustitución del agregado grueso con agregado reciclado. El análisis sismorresistente de la edificación indica que en el análisis estático la fuerza cortante de la edificación es 0.1258_{x-x} y 0.1465_{y-y} , mientras que en análisis dinámico las derivas resultaron en 0.0062_{x-x} y 0.0055_{y-y} . Los cálculos de diseños están alineados con la Norma Técnica Peruana E.0.30. La edificación de seis niveles se propone construirla sobre un suelo tipo $S_2 - E 0.30$, con capacidad portante de 1.2m. El diseño de mezcla propone usar el concreto modificado para la edificación, y se caracteriza por que su resistencia a la compresión es de 302.24 kg/cm^2 , su densidad es 2400 kg/cm^3 y su coeficiente de absorción es 1.2%. Estas características se obtuvieron de múltiples informaciones las cuales fueron organizadas simulando un diseño experimental factorial. Las variables consideradas fueron días de fraguado (7, 14 y 28 días), y el porcentaje de agregado grueso sustituido (25%, 50%, y 100%). La variable dependiente fue la resistencia a la compresión. Del tratamiento de datos se obtuvo que con 50% de reemplazo y 28 días de fraguado el concreto alcanza 302.24 kg/cm^2 . Adicionalmente se obtuvo el modelo de regresión múltiple validado estadísticamente. Los planos de la edificación, los estudios de suelos, el diseño de mezcla, y los cálculos correspondientes de diseño complementan el desarrollo de este proyecto. Estos resultados mostrados crean un impacto multiplicador importante en la industria de la construcción, ya que el concreto modificado con material residual reúne las características para poder utilizarse en edificaciones de varios niveles menores a seis, además de reducir la demanda de recursos naturales. Nuevas oportunidades de diseño para edificaciones a seis son establecidas usando este diseño conceptual.

Palabras clave: Concreto reciclado, análisis sismorresistente, resistencia a compresión, desplazamientos.

Abstract

This work demonstrates the technical feasibility of a design for a framed building, where the concrete is modified by replacing the coarse aggregate with recycled aggregate. The earthquake resistance analysis of the building indicates that in the static analysis the shear force of the building is $0.1258x-x$ and $0.1465y-y$, while in the dynamic analysis the drifts resulted in $0.0062x-x$ and $0.0055y-y$. The design calculations are aligned with the Peruvian Technical Standard E.0.30. The six-level building is proposed to be built on a soil type S2 - E 0.30, with a bearing capacity of 1.2m. The mix design proposes to use modified concrete for the building, and is characterized by its compressive strength is 302.24 kg / cm^2 , its density is 2400 kg / cm^3 and its absorption coefficient is 1.2%. These characteristics were obtained from multiple pieces of information which were organized simulating a factorial experimental design. The variables considered were days of setting (7.14 and 28 days), and the percentage of coarse aggregate replaced (25%, 50% and 100%). The dependent variable was compressive strength. From the data treatment it was obtained that with 50% replacement and 28 days of setting, the concrete reaches 302.24 kg / cm^2 . Additionally, the statistically validated multiple regression model was obtained. The building plans, soil studies, mix design, and corresponding design calculations complement the development of this project. These results shown create an important multiplier impact in the construction industry, since the concrete modified with residual material has the characteristics to be used in buildings of several levels less than six, in addition to reducing the demand for natural resources. New design opportunities for buildings of six are established using this conceptual design.

Keywords: Recycled concrete, simioresistant analysis, resistance to compression, displacements.

I. INTRODUCCIÓN

El campo de la construcción de las edificaciones ha ido evolucionando a gran velocidad a nivel mundial. Sin embargo, ha ido creciendo sin pensar en los resultados que se tendrían a futuro, sobre los escombros de edificaciones anteriores que se han demolido, para edificar nuevamente en esas áreas.

Los RCD contienen materiales que pueden ser reaprovechados, como son el desmonte limpio, concreto y otros materiales de demolición, vigas y pilares, elementos prefabricados de hormigón, entre otros. (Anexo 4 Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).

Desde mediados de la segunda mitad del siglo XX se ha dado uso de los residuos de construcción y demolición (RCD) para la construcción de nuevas edificaciones, con el fin de disminuir las afectaciones generadas en el ambiente. Tales residuos se extraen mediante ciertos procedimientos, el agregado reciclado.

Para Barrios en Asia (Corea y Japón) tienen un uso excesivo de recursos naturales y también generan gran cantidad de RCD. Casi el 40% de residuos generales provienen de RCD.

Según EUROSTAT (2017), solo en la Unión Europea el 35% de todos los residuos generados corresponden a los de construcción y demolición. Debido a la problemática por la generación de estos residuos a nivel mundial, se han ido implementando estrategias y medidas para su gestión.

Según (MINAM) nos indica que solo en la Capital Lima se arroja 19 mil Ton. de desmonte de construcción al día y el 70% va directo al mar y/o ríos, el demoler indica ser un negocio muy rentable como si fuera una misma construcción. Así se registra en Lima, una ciudad grande donde al día se genera 30.000 m³ de material de construcción.

Según Pavon y Etxebarria indica que “la fabricación de hormigón reciclado constituye una de las principales formas de lograr un uso eficiente de los residuos de construcción y demolición, especialmente cuando estas provienen de los escombros de hormigón”

Ante esta problemática se han desarrollado investigaciones acerca de cómo aprovechar estos residuos.

Los países que conforman la Unión Europea (UE), sacan provecho de los RCD, los escombros provocados por una demolición o construcción, son reutilizados y procesados para la elaboración de nuevos materiales en el ámbito de la construcción.

También a nivel nacional, los representantes de la empresa CICLO (2019), actualmente única empresa dedicada al reciclaje y reutilización de los RCD, viene trabajando desde el año 2016 para dar soluciones a un adecuado manejo del reciclaje de los RCD, con el fin de procesarlos como agregados y transformarlos en nuevos materiales eco amigables, ya sea en la producción de bloques de ladrillos o simplemente como agregados para la producción de nuevos concreto.

Por ello, fue necesario recurrir a soluciones alternativas como el reciclaje y la reutilización de los desperdicios generados en actividades de construcción, haciendo uso de materiales como ladrillos, vigas, maderas, cerámicas y agregados residuales (Castaño et al, 2013).

La mezcla del concreto reciclado se empleó para el diseño de una edificación en pórticos para lo cual aplicaron los ensayos correspondientes para posteriormente procesarlo en el análisis sismo resistente de un edificio, siendo esta propuesta amistosa con el medio ambiente, económica y social de desarrollos sostenibles.

El proyecto sismo resistente de las estructuras tiene como principal objetivo garantizar que estas no colapsen cuando son sometidas a la acción de movimientos sísmicos fuertes. (Vielma y Barbat 2011)

Se estudiará el concreto con un porcentaje de agregado reciclado (%); verificando cuales son las alzas de valores, en sus propiedades mecánicas, optando por la más favorable, para poder diseñar una estructura, con un fin de soportar una cantidad de cargas específicas, presentando fallas mínimas, que sean producto de un sismo o cualquier evento catastrófico.

Justificación Teórica

La incorporación de los residuos de concretos reciclados en la elaboración del concreto aporta favorablemente en la reducción del uso de los agregados gruesos naturales. (Vanegas y Robles)

Justificación práctica

En el presente proyecto de investigación determinaremos cuales son las posibles fallas que se observarán en un Análisis sismo resistente para una edificación aporticada que será construido a base de concreto reciclado. Como así también conocer cuáles serán sus efectos en las edificaciones. Y cuáles son las alternativas que se dispone en el uso correcto de estas unidades.

Justificación ambiental

Al aplicar los residuos del concreto reciclado en la elaboración del hormigón para las edificaciones aporta a la conservación del medio ambiente ya que estaríamos reutilizando un material desechado en las construcciones. (Zambrano y Veliz)

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación es ¿Cuál es el análisis sismo resistente de una edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso al hormigón?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del hormigón incorporando concreto reciclado como agregado grueso?

PE2: ¿Cuál es el predimensionamiento de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso?

PE3: ¿Cuál es el análisis estático y dinámico de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso?

El objetivo general fue determinar el análisis sismorresistente de una edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso al hormigón.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar las propiedades mecánicas del hormigón incorporando concreto reciclado como agregado grueso.

OE2: Precisar el predimensionamiento de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso

OE3: Establecer el análisis estático y dinámico de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, en el presente capítulo se presentará los antecedentes referentes al tema, en donde se apreciará los resultados y conclusiones del uso del concreto reciclado para realizar el análisis del sistema aporticado de una edificación. Posteriormente se mostrará las teorías más relevantes relacionadas al tema de investigación:

Trabajos Previos Internacionales:

Carrasco Montesdeoca, Raúl (2018), en su investigación tiene como objetivo general, reutilizar Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de la ciudad de Riobamba para la elaboración de un nuevo hormigón como una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de la ciudad. La metodología que implementaron consta de dos etapas: la primera consistió en una investigación bibliográfica y la segunda etapa en una investigación experimental. Donde sus resultados determinan que los concretos elaborados, tanto con el 75% y 100% de residuo de concreto, están dentro de los parámetros requeridos por la normativa peruana. Esto demuestra que el uso de los RCD garantiza favorablemente las propiedades requeridas en los elementos, evidenciando que las propiedades físicas, químicas y mecánicas de esta materia reciclada son una alternativa como uso en los agregados naturales. Concluyendo hormigón puede llegar hasta una resistencia de 4.04 MPa con un reemplazo de hasta del 100% de los agregados gruesos naturales, determinándose de esta manera que los agregados reciclados de los RCD son aptos para elaborar bloques de hormigón.

PEÑAFIEL, Mayra y BARROS Liliana (2015), tiene como objetivo principal estudiar y analizar dos sistemas estructurales alternativos, sistema de paredes portantes y sistema aporticado con muros estructurales, demostrando que el comportamiento sísmico de la estructura aporticada con muros estructurales tiene mayor respuesta ante un sismo severo, al ser precisamente un sistema flexible. Se demuestra que se requiere de secciones de gran tamaño, principalmente en las columnas para resistir a las altas sollicitaciones por cortante que produce el sismo en ambas direcciones y cumplir con derivas admisibles presentadas.

Castellanos, Julio y RIVERA, Fredy (2017). En su investigación realiza una comparación teórica entre la estructura y los costos de una construcción con concreto convencional y otra con concreto estructural incorporando RCD como agregado grueso para ser empleado en el diseño de una edificación regular y teniendo una altura de 5 pisos. ubicada en una zona de micro zonificación sísmica LACUSTRE-200. Obteniendo como resultado la comparación definitiva de los costos entre los dos proyectos, teniendo un beneficio económico de 0.97% al utilizar RCD en una proporción del 25% de la dosificación de los agregados naturales en el sistema estructural.

Vanegas, Juliana y Robles, Juan (2008), su objetivo fue determinar las características físicas y mecánicas del concreto empleando como agregado grueso el hormigón reciclado. Determinando una comparación entre un concreto elaborado con agregado convencional y un concreto elaborado con la incorporación de residuos de concreto como agregado grueso. Obteniendo como resultado en el ensayo de compresión a los 28 días del concreto convencional una resistencia máxima de 299.35 kg/cm², mientras que en el concreto elaborado con el 50 % de residuos de hormigón como agregado grueso se logró una resistencia de 289.23 kg/cm² y sustituyendo el 100% del agregado natural de obtuvo una resistencia de 272.94 kg/cm². Concluyendo, que las mezclas elaboradas con agregado reciclado obtuvieron una leve disminución con respecto a la resistencia a la compresión del concreto convencional. Determinando que la mezcla con mayor porcentaje de agregado reciclado obtiene una menor resistencia con respecto a la testigo.

Agreda, Gonzalo y Moncada, Ginna (2015), en su investigación tiene como objetivo, evaluar la viabilidad técnica del agregado grueso reciclado para ser empleado en el diseño de la mezcla de concreto, con el fin de ser empleado en productos de concreto para espacio público tales como sardineles, bordillos, cunetas y tope llantas y que cumplan con los requisitos mínimos de la normativa colombiana NTC-4109) y con estándares mínimos de calidad. Obteniendo como resultado general, que las muestras en las que se sustituyó el agregado grueso convencional por agregado grueso reciclado presentaron buenos resultados al ser evaluadas mediante el ensayo de resistencia a la compresión ya que resulto una resistencia patrón de 28

MPa. Concluyendo que la mezcla de diseño con contenido de agregado grueso reciclado de 70% presenta los mejores resultados por lo que sería la dosificación más óptima para la elaboración de nuevos productos.

Trabajos Previos Nacionales

Chugnas Tucto, Yosselin (2018), tiene como objetivo, determinar la influencia del concreto reciclado como agregado grueso en la calidad de bloques de concreto. Empleando el método experimental, donde los resultados de la resistencia a la compresión de la muestra elaborada con el 50% del agregado reciclado alcanza una resistencia promedio de 50.46 kg/cm² a los 7 días, 14 días una resistencia promedio de 66.14 kg/cm² y para los 28 días una resistencia promedio de 74.21 kg/cm², donde de acuerdo a la NTP E.070 cumple con lo requerimiento mínimos, comprobando que llega a una resistencia semejante al bloque patrón con una diferencia de 44.32%. Concluyendo, que para la sustitución del agregado natural por el agregado reciclado al 50% presenta una resistencia mayor al del 50.46 kg/cm² siendo así casi el doble de resistencia exigida por la NTP E.070 determinando su uso confiable en los mencionados porcentajes.

Díaz, Jose y Torres, Henry (2018), en su investigación, tiene como objetivo, evaluar la viabilidad técnica de los bloques de concreto para uso estructural. Obteniendo como resultado, que en los bloques con el 0% de agregado reciclado, obtiene una resistencia de 35.76 kg/cm², en los bloques con el 25% de agregado reciclado obtuvo una resistencia de 35.28 kg/cm², en bloques con 50% de agregado reciclado obtiene 45.61 kg/cm² y los bloques con 75% de agregado reciclado obtiene 40.19 kg/cm². Concluyendo, que el diseño de mezcla que tuvo los mejores resultados fue el correspondiente al 50% de agregado grueso de escombros de concreto, debido que en el proceso de mezclado se presentó una homogenización en los agregados de la mezcla.

Lara Fernández, Manuel (2017), en su investigación, tiene como objetivo, determinar la influencia del concreto reciclado como agregado grueso en el comportamiento estructural. Donde se tuvo una resistencia patrón con 0% de agregado reciclado una resistencia de 180.04 kg/cm². Se realizó una sustitución del agregado grueso con 20 % agregado reciclado obteniendo una resistencia de 176.65 kg/cm²

y con 40% con una resistencia a la compresión de 176.19 kg/cm² frente al concreto patrón, mientras que el 60% y 80% de sustitución baja su resistencia considerablemente. Concluyendo que los concreto con el 20% y 40% de sustitución del agregado grueso presentan propiedades mecánicas similares a la del concreto patrón, es así que se eligió trabajar para el diseño estructural con el concreto de 40% de sustitución con un peso específico de 2261.83kg/m³.

León y Gutiérrez (2018), presento como objetivo principal Analizar el comportamiento estructural y sismo en un edificio de 7 pisos con la nueva actualización de la Norma E.030 Estructuras. Fue una tesis de tipo descriptiva que se basó en utilizar todos los factores establecidos en la Norma E.030 para poder realizar el análisis sísmico de un edificio, y poder compararlo con respecto a los límites estipulados anteriormente, su instrumento fue el uso del programa ETABS, el cual dio resultados favorables como el desplazamiento de deriva máxima que fue 0.0038, el cual se encuentra dentro del límite permisible que exige la norma de 0.007.

Carizaile, Eddson y Anquise, Sandra (2015), en su investigación tuvo como objetivo estudiar las propiedades del concreto reciclado y conocer si es viable para la construcción de viviendas en la ciudad de Tacna. Obteniendo como resultado que los agregados gruesos reciclados tienen pesos específicos inferiores en comparación con los agregados convencionales, esto se debe a la presencia de mortero adherido que tienen los agregados reciclados, esta capa de mortero tiene una densidad menor a la del agregado grueso. El bajo valor de peso específico que tienen los agregados reciclados genera un alto porcentaje de absorción. Concluyendo que los agregados reciclados tienen propiedades semejantes a los agregados convencionales. una diferencia radica en el bajo peso específico que tiene, por lo tanto, absorberá más agua que los agregados convencionales.

Teorías relacionadas al tema:

Concreto reciclado

Se fabrica con agregados reciclados estos son previamente tratados para su uso, con la finalidad de poder reemplazar a los agregados naturales sin disminuir considerablemente las propiedades físico-mecánicas y físico-químicas de un concreto convencional.

Concreto Armado

Está constituido por un material cementante, agua y agregado grueso. Según Sanchez (2015) nos explicó que el cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados y convirtiendo todo el aglomerado en una masa sólida.

Según Ortega (2015) expresó que: “Los requisitos principales que debe cumplir el concreto endurecido son: resistencia, durabilidad y economía.

Resistencia a la compresión (NTP 339.078)

Se aplica el método de diseño a la resistencia, que consiste en los factores de cargas de servicios y factores de reducción.

Y son obtenidos a través de las probetas. Según Harmsen (2005) indica que el concreto debe pertenecer en el molde 24 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado con el agua, la probeta debe tener 28 días de vida para ser ensayada.

$$R_c = 4G / (\pi i * d^2) \quad (1)$$

Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión es mucho mas baja en relación a la resistencia a la compresión, sin embargo, este tiene una peculiar cualidad que depende de la adherencia entre los agregados y la pasta y la relación agua/ cemento (Harmsen, 2005, p. 27).

$$M_r = PL / (bh^2) \quad (2)$$

Falla al tercio medio.

$$M_r = 3Pa / (bh^2) \quad (3)$$

Pórticos

Los elementos de estructura de concreto son diseñados para resistir los efectos máximos de las cargas factorizadas.

El pórtico es un conjunto de elementos estructurales unidos entre sí, que tiene como finalidad soportar todo tipo de cargas ya sean distribuidas o puntuales, ya sean fuerzas internas o externas. Ortega (2015)

Diseño Estructural

Según Harmsen (2005) que detalla que todo elemento de concreto armado tiene un diseño estructural, el diseño elástico o cargas y el diseño de resistencia última. Con la finalidad de que el diseño estructural sea puesto en numerosas ecuaciones o modelos para describir analíticamente la curva de esfuerzo y deformación de concreto en compresión.

Independientemente de cuál de los métodos mencionados haya sido usado, deben cumplirse los requisitos generales de serviciabilidad del reglamento, tales como requisitos para el control de deflexión y agrietamientos” Ortega (2015)

El diseño estructural determina las dimensiones y características de los elementos estructurales para que pueda cumplir con la función para la que fue elaborada.

Modelación Sísmica

Se debe de cumplir ciertos criterios. Según Rochel (2012) indicó:

Resistencia: Suficiente para la combinación de efectos de producción de cargas verticales, de viento o sismo; Rigidez: Adecuada para sus deformaciones; Ductilidad: En el caso de las cargas del sismo llegan a superar los valores estimados para el diseño, (p. 28)

Basando en los estándares establecidos para cada modelamiento sísmico. La estructura a diseñar se modelará en el programa ETABS especificando las fallas obtenidas en cada laboratorio para una viga con escoria de acero en el concreto.

Análisis sísmico

Se determina las fuerzas internas en todos los elementos estructurales para después desarrollar el diseño, también determinamos los desplazamientos laterales del edificio que se encuentra detallados RNE.030 Diseño Sismo resistente.

El diseño sísmo resistente es una correcta configuración estructural, de elementos con medidas adecuadas, adicionalmente, se implica materiales seleccionados, para asegurarnos que la estructura esté en la capacidad de proporcionar seguridad ante un evento sísmico.

Los requisitos para una edificación óptima y 100% resistente ante un sismo son los siguientes

- La estructura debe no debe de colapsar y ocasionar daños a los habitantes.
- Resistir actividades sísmicas moderadas.
- La edificación debe mantenerse habitable después de un evento.

Esto evita daños perjudiciales a los habitantes y que garantice una buena funcionalidad y reduce el deterioro de la edificación.

(Enrique Bazan) contempla objetivos y principios tales como:

- No tiene que sobrepasar el estado límite de servicio.

Consideraciones importantes en el diseño sísmico:

- Se selecciona un buen sistema estructural y debe de contrarrestar las fuerzas sísmicas.
- Adecuado análisis.
- Dimensiones correctas de las secciones.
- Características de la estructura

Las normas utilizadas para la presente tesis fueron:

Reglamento Nacional de Edificaciones.

- * Norma E.020 (Cargas)
- * Norma E.030 (Diseño sismorresistente)
- * Norma E.050 (Suelos y cimentaciones)
- * Norma E.060 (Concreto armado)

Norma E.020 cargas

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.020, Capítulo 1, artículo 2.

Carga muerta (CM): Peso de los materiales, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes.

Carga viva (CV): Son las cargas gravitacionales que se deben a la ocupación de la estructura las cuales no son permanentes en esta, ya que una de las características de estas es que son móviles y no son permanentes.

Cargas de sismo (CS): Son las que se generaran por la acción sísmica sobre la estructura.

Para poder hacer un análisis de la estructura se tendrán que considerar varias hipótesis de cargas, las cuales para esta presente tesis se desarrollara en un programa llamado ETABS.

La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV \quad (4)$$

Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de viento (CVi), la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CVi) \quad (5)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CVi \quad (6)$$

Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad (7)$$

$$U = 0,9 CM \pm CS \quad (8)$$

Norma E.0.60 (Concreto armado):

Predimensionamiento de vigas

Una edificación conformada por pórticos, tendrá una característica correspondiente a las vigas peraltadas, las cuales tendrán una rigidez vital para el control de las deformaciones laterales, que no se podrán verificar en una viga chata.

De igual manera Cutimbo (2016) indica que se logra mayor capacidad resistente con vigas peraltadas. Y el aporte de rigidez es superior. (p. 45).”

Vigas Principales:

En la viga principal se deberá de obtener el valor de luz libre mayor, y se verifica los siguientes datos para el pre dimensionamiento:

Figura 1: “Ejemplo de luz libre mayor”



Fuente: Propia

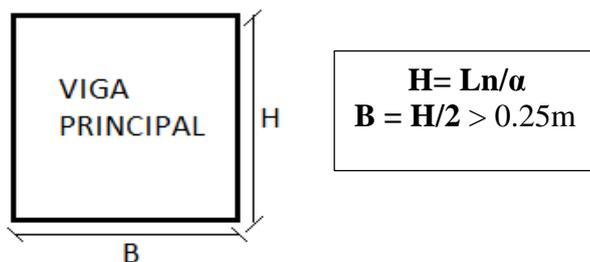
Tabla N° 1: "Cargas Vivas Mínimas Repartidas"

| | |
|------------------------|-----------|
| Tiendas | 5,0 (500) |
| Corredores y escaleras | 5,0 (500) |
| Viviendas | 2,0(200) |
| Corredores y escaleras | 2,0(200) |

Tabla N° 2: "Factores para pre dimensionamiento de vigas"

| Factores de predimensionamiento | |
|--|----------|
| Ws/c | α |
| $S/C \leq 200 \text{ Kg/m}^2$ | 12 |
| $200 \text{ Kg/m}^2 < S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2$ | 11 |
| $350 \text{ Kg/m}^2 < S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2$ | 10 |
| $600 \text{ Kg/m}^2 < S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2$ | 9 |

Figura 2: "Predimensionamiento de viga principal"



Losa Aligerada

Según Blasco (1997) nos menciona lo siguiente:

Su función está ligada a las cargas de gravedad, transmite las cargas de la losa hacia las vigas; también con la carga sísmica, que es la obtención de la unidad de la estructura. (p. 15).

Para:

$$S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2 = h \geq \frac{Ln}{25} \quad (9)$$

$$S/C > 350 \text{ kg/m}^3 = h \geq L_n / 21$$

Dónde: L_n : Luz máxima libre en metros.

Tabla N°3: "Peso de Losas Aligeradas de acuerdo a su espesor"

| Espesor de losa aligerado (m) | Espesor de losa superior en metros | Peso propio kPa (kgf/m ²) |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 0.17 | 0.05 | 2.8 (280) |
| 0.20 | 0.05 | 3.0 (300) |
| 0.25 | 0.05 | 3.5(350) |
| 0.30 | 0.05 | 4.2(420) |

Columnas:

Se dividen en tres tipos: céntricas, excéntricas y esquinadas; la cual su función es, resistir verticalmente una fuerza por su peso propio de la edificación y al mismo tiempo tiene que resistir horizontalmente las fuerzas sísmicas y eventuales como vientos entre otros por lo tanto cada columna se debe diseñar para que trabaje a flexo compresión.

De igual manera para comenzar a pre dimensionar una columna, se debe tomar en cuenta los valores de un área tributaria mayor de acuerdo al plano estructural.

Cutimbo (2016) nos menciona lo siguiente:

Evaluando todos los métodos de cálculos para pre dimensionar columnas; se menciona un Método Practico 1, para tener un predimensionamiento inicial de columnas.

Columna Céntrica: $a = H/8$

Columna Excéntrica $a = H/9$

Columna Esquinada $a = H/10$

Dónde: H = Altura del piso.

Norma E.030 (Diseño sismorresistente)

Zonificación

Según el RNE 0.30 Diseño Sismorresistente “se basa en la distribución espacial de sismicidad, características de los movimientos sísmico”. Donde se evaluarán por zonas sísmicas y los factores de zona.

Figura 3: “Zonas Sísmicas”



Fuente: Norma Técnica E.0.30

Parámetros de sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales de acuerdo a la zona sísmica y el tipo de suelo se tienen

Factor de zonificación sísmica

Tabla N°4: "Factores de Zona"

| FACTOR DE ZONA "Z" | |
|---------------------------|------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Tabla N°5: "Factor de Suelo"

| FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Suelo Zona | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 |
| Z_4 | 0.80 | 1.00 | 1.05 | 1.10 |
| Z_3 | 0.80 | 1.00 | 1.15 | 1.20 |
| Z_2 | 0.80 | 1.00 | 1.20 | 1.40 |
| Z_1 | 0.80 | 1.00 | 1.60 | 2.00 |

Tabla N°6: "Periodos T_p y T_L "

| PERIODOS "T_p" y "T_L" | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 |
| $T_p (S)$ | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1.0 |
| $T_L (S)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.6 |

Factor de ampliación sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio se define (C) con las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad (11)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (12)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T}\right) \quad (13)$$

Este coeficiente se interpreta como el factor de ampliación de la aceleración estructural respecto a la aceleración en el suelo.

Categoría de las edificaciones y Factor de Uso (U)

El RNE E 0.30 indica que “el factor (U) se usa según la clasificación en que se encuentre. Para edificios con aislamiento en la base se puede considerar U=1.

Tabla N°7: “Categoría de las edificaciones y Factor U”

| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR (U) |
|--------------------------------|---|------------|
| A Edificaciones esenciales | Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general | 1.5 |
| B Edificaciones importantes | Edificaciones donde se reúne gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, etc. | 1.3 |
| C Edificaciones comunes | Tales como viviendas, oficinas, hoteles restaurantes | 1.0 |
| D Edificaciones temporales | Construcciones provisionales | |

Procedimiento del análisis sísmico

Según el RNE E.0.30 indica “que los procedimientos son análisis estático y dinámico”.

Análisis estático

El reglamento nacional de edificación nos indica que mediante este proceso se puede analizar todas las estructuras regulares e irregulares ubicadas en la zona sísmica.

Fuerza cortante en la Base

Es la fuerza cortante en la base de la estructura, referente a la dirección considerada. Se determina por la siguiente expresión

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \quad (14)$$

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

El nivel de investigación a lo que indica Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona lo siguiente:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. (p.80)

En la presente investigación es de tipo descriptivo ya que se realizará mediciones y se recogerá información de conceptos de las variables.

El tipo de estudio según indica Málaga, Vera y Oliveros (2008) menciona lo siguiente: “El estudio aplicado tiene como objetivo crear nueva tecnología a partir de los conocimientos a través de la investigación estratégica para determinar si puede ser aplicado para los propósitos definidos “

Por lo tanto, será aplicado puesto que ofrece una nueva investigación referido con el análisis sismo resistente en pórticos incorporando concreto reciclado, y dar una solución a nuestra problemática.

El diseño de investigación es cuasi-experimental. Por el mismo concepto, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) se menciona lo siguiente:

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. (p. 151)

Por ende, el proyecto de tesis a estudiar, se basa en un diseño cuasi experimental puesto que presenta una variable independiente, que observa el efecto sobre una variable dependiente

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable independiente: Análisis del hormigón incorporando concreto reciclado en los pórticos

Variable dependiente: Análisis Sismorresistente del Sistema Aporticado

Matriz de operacionalización de variables en ANEXO 01

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

La población es un grupo de todos los elementos de la misma especie que tiene una característica determinada o que corresponden a una misma definición que a cuyos elementos se le estudiara sus características y relaciones según la integración elegida por el investigador (Lerma, 2012).

Por lo tanto, las poblaciones tomadas para la siguiente investigación son todas las edificaciones de sistema aporticado, diseñadas y cumpliendo con los requisitos mínimos de normativa peruana.

Muestra

Según Hernández et al. (2014) la muestra viene a ser un subgrupo de la población a estudiar, en el cual se recogerá la información buscada en la investigación. Por ello, este subgrupo se debe seleccionar o delimitar con mucha precisión, ya que deberá ser el grupo más representativo de la población (p.173).

Por lo tanto, nuestra muestra a estudiar será la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso al hormigón.

Muestreo: No aleatorio y tomado por conveniencia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

(Reyes & Sanchez, 2015) explican que las técnicas son aquellas herramientas por medio del cual se recolecta la información de un hecho o fenómeno de acuerdo a los objetivos del estudio (p.163).

Por otro lado, Borja (2012) sostiene que hay varios tipos de técnicas para recolectar la información, las cuales no son excluyentes sino complementarios. Así se tiene las siguientes técnicas: las pruebas estandarizadas, la encuesta, la entrevista y la observación (p.33).

Para fines de esta investigación se empleará la técnica de la observación ya que se está empleando un diseño de investigación cuasi – experimental, el cual se corresponde mejor con este tipo de técnicas, y se puede conocer más acerca del tema a desarrollar.

Validez

Para que la investigación tenga validez se extraerá información de estudios, en la cual se realizaron recolección de datos y ensayos certificados por laboratorios, esta información se extraerá los parámetros necesarios para procesar en el software indicado.

Instrumentos de recolección de datos

En cuanto al instrumento Reyes y Sánchez (2015), mencionan que su elección depende de la técnica previamente seleccionada, también explican que son herramientas que básicamente se utilizan en la etapa de recolección de datos (p.166).

Por otra parte, Borja (2012) menciona que, para investigaciones de ingeniería, los datos observados deberán ser plasmados en adecuados formatos de recolección de información (p.33).

Teniendo en cuenta, para la investigación presente se tendrá como instrumento formatos de laboratorio adecuados para cada prueba de los agregados gruesos reciclados, para cada prueba de resistencia a compresión y resistencia a flexión de además de otros estudios, así mismo para cada uno de los SOFTWARE, así también comprobando con la NTP y RNE, con la finalidad de recolectar los datos de una manera formal, precisa y los más confiable posible.

Tabla N°8: "Técnicas e instrumentos"

| TÉCNICAS | INSTRUMENTOS |
|---------------------------------|----------------|
| Estudio de suelos | Software ETABS |
| Estudio de ensayo de compresión | Mathcad 15 |

3.5 Procedimientos

Para la investigación realizada el modo de recolección de información fue mediante artículos indexados y tesis extrayendo la información necesaria con respecto al análisis del concreto reciclado. También se obtuvo información de libros teóricos, en base al título. Por último, se obtuvo información de expedientes técnicos, estudios de suelos y los ensayos realizados al concreto reciclado donde será procesado en el programa ETABS y poder realizar un adecuado análisis sísmorresistente en el sistema aperticado incorporado con concreto reciclado

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos será obtenido mediante el software Mathcad 15, lo cual evaluaremos los resultados mas convenientes de las investigaciones relacionadas con nuestro objetivo general, para así emplearlos en el diseño de nuestra edificación aporticada.

3.7. Aspectos éticos

La presente tesis es redactada con el manual APA donde se respetan las fuentes y las citas correspondientes siendo fuentes confiables, también se acata las normas impuestas por la Universidad Cesar Vallejo y éticas establecidas.

IV. RESULTADOS

En el presente capítulos presentaremos los resultados de los objetivos específicos planteados en la investigación; como primer paso determinaremos las características físico mecánicas del hormigón incorporando concreto reciclado como agregado grueso, lo cual se hará uso del software MATHCAD 15 para así verificar, validar y reutilizar los cálculos y resultados de las investigaciones relacionadas a nuestro objetivo general.

RESULTADOS DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: “Determinar las características mecánicas del hormigón incorporando concreto reciclado como agregado grueso”. Para determinar la característica mecánica del concreto haremos uso de los resultados de los ensayos realizados en las investigaciones reportadas en la tabla, se procedió a procesar la información con el software MATHCAD 15™.

Se procedió considerando los días de curado y el porcentaje de adición del concreto reciclado como agregado grueso como variables independientes, y $F'c$ del concreto como variable dependiente. Toda esta información proveniente de informes de laboratorio, que sustituyeron la propuesta original para evaluar los materiales en los laboratorios de la institución. El modelo de la resistencia a la compresión quedo expresada como función de ambas variables independientes, y se encuentra reportada en la Ecuación (15). El modelo obtenido fue validado a través de un análisis de varianza, usando el Estadístico F (Distribución de Fisher) y se encuentra reportado en la tabla N° 9.

$$Y_{11}(x_{11}, x_{22}) := 208.716 + 7.968x_{11} - 1.402x_{22} - 0.107x_{11}^2 + 5.799 \times 10^{-3} \cdot x_{22}^2 \quad (15)$$

Tabla N°9: “Datos recopilados para obtener el modelo de regresión múltiple”

| DÍAS DE CURADO | % DE AGREGADO | $F'c$ |
|----------------|---------------|--------|
| 7 | 0 | 263.98 |
| 7 | 25 | 216.01 |
| 7 | 50 | 207.05 |
| 7 | 100 | 179.8 |
| 14 | 0 | 298.34 |
| 14 | 25 | 258.25 |
| 14 | 50 | 257.64 |
| 14 | 100 | 215.91 |
| 21 | 0 | 330.88 |
| 21 | 25 | 299.26 |
| 21 | 50 | 278.82 |
| 21 | 100 | 233.85 |
| 28 | 0 | 345.86 |
| 28 | 25 | 323.55 |
| 28 | 50 | 277.63 |
| 28 | 100 | 274.81 |

Figura 4: Arreglo 3D de la resistencia a la compresión (a la izquierda), y diagrama en 2D para la misma (derecha)

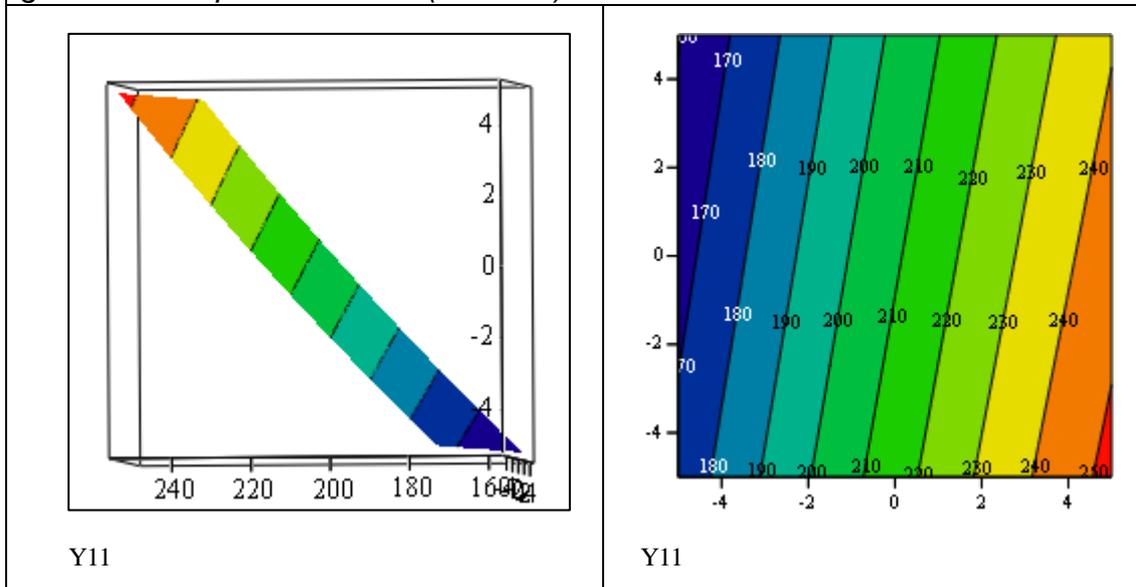


Tabla N°10: “Análisis de varianza”

| ANOVA | | | | |
|----------------|---------------------|--------------------|---|--|
| Fuente | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media de cuadrados | Factor O |
| %de reci | 5.885×10^4 | 3 | $\frac{5.885 \times 10^4}{3} = 1.962 \times 10^4$ | $\frac{1.962 \times 10^4}{453.333} = 43.279$ |
| Días de curado | 7.066×10^4 | 3 | $\frac{7.066 \times 10^4}{3} = 2.355 \times 10^4$ | $\frac{2.355 \times 10^4}{453.333} = 51.949$ |
| Interaction | 4.392×10^3 | 9 | $\frac{4.392 \times 10^3}{9} = 488$ | $\frac{488}{453.333} = 1.076$ |
| SSE | 2.176×10^4 | 48 | $\frac{2.176 \times 10^4}{48} = 453.333$ | |
| SST | 1.557×10^5 | 63 | | |

| Valores críticos de F | F0 | Comparación de F0 con valor crítico de F | |
|---------------------------|-------|--|------------------------------|
| $qF(0.95, 3, 48) = 2.798$ | 43.30 | $F0 > F$ | Se rechaza la hipótesis nula |
| $qF(0.95, 3, 48) = 2.798$ | 51.95 | $F0 > F$ | Se rechaza la hipótesis nula |
| $qF(0.95, 9, 48) = 2.082$ | 1.08 | $F0 < F$ | Se acepta la hipótesis nula |

Del Análisis de Varianza *Tabla N°10* se deduce:

La resistencia a la compresión se ve afectado por el por el porcentaje de agregado, validado por que el valor de F calculado es mayor que el valor crítico de F, lo que permitió eliminar la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa.

La resistencia a la compresión se afectada por los días de curado, validado estadísticamente por que el valor de F calculado es mayor que el valor crítico de F, lo que permitió eliminar la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa.

La resistencia a la compresión no se ve afectada por el efecto combinado del porcentaje del concreto reciclado y los días de curado, validado estadísticamente por que el valor de F calculado es menor que el valor crítico de F, lo que permitió aceptar la hipótesis nula y se rechazo la hipótesis alternativa.

La resistencia a la compresión del concreto para utilizar en el análisis del sistema aporticado de la edificación resulto 302.24 kg/cm^2 , empleando el 50% de concreto reciclado como agregado grueso y 28 días de curado. Estos valores satisfacen los requerimientos de la NTP E.0.60.

OE2: Pre dimensionamiento de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso.

Pre dimensionamiento de vigas:

En una edificación de sistema aporticado, las diversas características deben de corresponder a las vigas peraltadas, en las cuales se tendrá control en las diversas deformaciones laterales.

Se obtuvo el valor de la luz libre de la viga principal la cual es de 4.4 m para aplicar en los cálculos del pre dimensionamiento detallados en la siguiente tabla:

| Factores para pre dimensionamiento de vigas | |
|---|----------|
| Ws/c | α |
| $S/C \leq 200 \text{ kg/m}^2$ | 12 |
| $200 < S/C \leq 350 \text{ kg/m}^2$ | 11 |
| $350 < S/C \leq 600 \text{ kg/m}^2$ | 10 |
| $600 < S/C \leq 750 \text{ kg/m}^2$ | 9 |

Cálculos:

$$h = l_n/\alpha = 4.4/12 = 0.366 \approx 0.45$$

$$b = h/2 = 0.366/2 = 0.183 \approx 0.25$$

Por lo tanto, se determina que se empleara una viga principal de 0.30 x 0.45 cm.

Pre dimensionamiento de vigas secundarias:

Se obtuvo el valor de la luz que es de 3.88 m, y se procedió a realizar los cálculos del Pre dimensionamiento.

$$h = l_n/\alpha = 3.88/12 = 0.323 \approx 0.35$$

$$B = H/2 = 0.323/2 = 0.161 \approx 0.25$$

Por lo tanto, se determina que se empleara una viga secundaria de 0.25 x 0.30 cm.

Pre dimensionamiento de losa aligerada:

Se presenta el procedimiento matemático del pre dimensionamiento de la losa aligerada, se empleará la mayor longitud que presenta en el plano estructural (anexo hgjg).

$$E = \frac{LUZ LIBRE}{25} \quad (16)$$

En el plano estructural, determinamos una luz libre de 4.40 m.

$$E = \frac{4.40}{25} = 0.20 \text{ m}$$

Obteniendo un espesor de losa aligerada de 20 cm, con un peso propio de 300 kgf/m²

| Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Esesor del aligerado (m) | Esesor de losa superior en metros | Peso propio kPa (kgf/m ²) |
| 0,17 | 0,05 | 2,8 (280) |
| 0,20 | 0,05 | 3,0 (300) |
| 0,25 | 0,05 | 3,5 (350) |
| 0,30 | 0,05 | 4,2 (420) |

Pre dimensionamiento de columnas:

Datos:

H típica de entrepiso = 2.4 m

H = 4.55 m

H = 3.15 + 0.20 + 1.2 = 4.55 m

Calculo de columnas iniciales:

Columna Céntrica: a= H/8

Columna Excéntrica a=H/9

Columna Esquinada a=H/10

Dónde: H=Altura típica del entrepiso.

Tabla N°11: "Predimensionamiento de columnas iniciales"

| | | b | h |
|------|------|------|------|
| H/8 | 0.3 | 0.35 | 0.35 |
| H/9 | 0.26 | 0.3 | 0.3 |
| H/10 | 0.24 | 0.3 | 0.3 |

| Predimensionamiento Inicial Columnas | | |
|--------------------------------------|----------|----------|
| | b | h |
| Columna Centrada | 0.35 m | 0.35 m |
| Columna Lateral | 0.30 m | 0.30 m |
| Columna Esquinada | 0.30 m | 0.30 m |

Al obtener los valores iniciales de las columnas, se procede realizar los cálculos correctos para cada tipo de columna empleando el metrado de cargas:

Columna central

Calculo del peso tributario:

Procederemos a calcular el peso tributario que soportara la columna central mediante la siguiente ecuación:

(WD + WL)

(17)

Teniendo como único dato el peso específico del concreto con el 50 % de concreto reciclado cuyo valor es de: 3.10 tn/m³

Metrado de cargas muertas de columna central:

Viga principal en X: $1.88+1.81 = 3.69$ m

Viga secundaria en Y: $1.83 + 1.05 = 2.88$ m

Columna del 2do al 6to nivel = 2.40

Losa aligerada: $A1 + A2 + A3 + A4 = 11.52$

Acabados: $13.29 - (0.35*0.35) = 13.17$

Tabiquería = 13.17

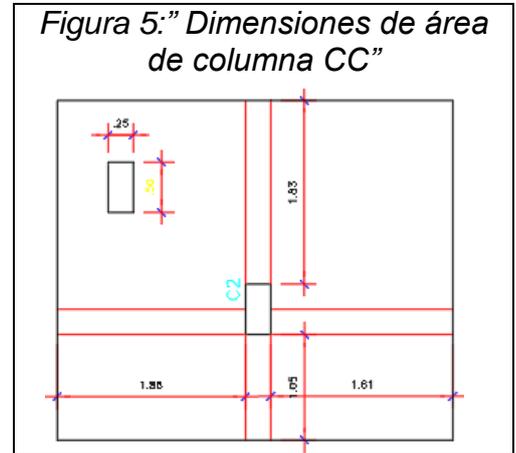


Tabla N°12: Metrado de cargas muertas de columna central "CC"

| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Vigas Principales en X | 6 | 0.25 | 0.45 | 3.69 | 3.10 | | 7.72 |
| Vigas Secundarias en Y | 6 | 0.25 | 0.35 | 2.88 | 3.10 | | 4.69 |
| Columnas (2do al 6vo Piso) | 5 | 0.35 | 0.35 | 2.40 | 3.10 | | 4.56 |
| Columnas (1er Piso) | 1 | 0.35 | 0.35 | 4.55 | 3.10 | | 1.73 |
| Losa aligerada | 6 | 11.52 | | | | 0.30 | 20.74 |
| Acabados | 6 | 13.17 | | | | 0.10 | 7.90 |
| Tabiquería | 6 | 13.17 | | | | 0.15 | 11.85 |
| | | | | | | | 59.18 |

Tabla N°13: Metrado de cargas vivas de columna central "CC"

| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Sobrecarga Típica | 5 | 13.17 | | | 0.20 | 13.17 | |
| Sobrecarga Ult.Nivel | 1 | 13.17 | | | 0.10 | 1.32 | |
| | | | | | | 14.48 | |
| Peso Tributario (WD + WL) | | | | | | 73.66 | |

Tabla N°14: "Tipo de columna"

| TIPO DE COLUMNA | UBICACIÓN | PESO "P" | |
|--|--|----------|-----------|
| Tipo C1, (Para los Primeros Pisos) | Columna Interior N < 3 Pisos | P = | 1.10 * PG |
| | | n = | 0.3 |
| Tipo C1, (Para los 4 últimos pisos superiores) | Columna Interior | P = | 1.10 * PG |
| | | n = | 0.25 |
| Tipo C2 y C3 | Columnas Extremas de Pórticos Interiores | P = | 1.25 * PG |
| | | n = | 0.25 |
| Tipo C4 | Columna de Esquina | P = | 1.50 * PG |
| | | n = | 0.2 |

Predimensionamiento de columna central (Cc):

Determinaremos la sección de la columna (Cc) mediante la siguiente expresión matemática:

$$C1: 1.10 \times PG / 0.25 \times f'c \quad (18)$$

$$1.10 * 73.66 / 0.25 * 0.31 = 1045.566145 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sección (cm}^2\text{)} = 1045.57 / 30 = 34.85$$

Tabla N°15: "Dimensiones de columna central"

| Sección (cm ²) | |
|----------------------------|--------|
| b | h |
| 25 | 41.823 |
| 30 | 34.852 |
| 35 | 29.873 |
| 40 | 26.139 |
| 45 | 23.235 |
| 50 | 20.911 |

Obteniendo una sección de 30 x 35 cm

Pre dimensionamiento de columna esquinera:

Se calculará el área tributaria para el metrado de carga:

Viga principal en X: 1.74

Viga secundaria en Y: = 2.80 m

Columna del 2do al 6to nivel = 2.40

Losa aligerada: A1= 3.92

Acabados: $4.97 - (0.30 \cdot 0.30) = 7.63$

Tabiquería = 4.88

Figura 6: "Dimensiones de área tributaria de columna CC"

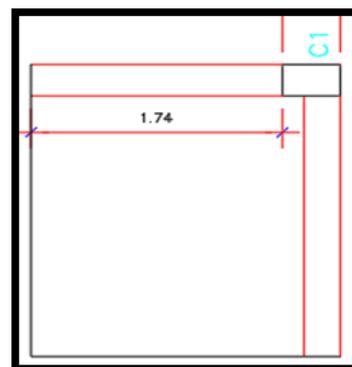


Tabla N°16: "Metrado de cargas muerta de columna esquinera"

| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Vigas Principales en X | 6 | 0.25 | 0.45 | 2.30 | 3.10 | | 4.81 |
| Vigas Secundarias en Y | 6 | 0.25 | 0.35 | 2.08 | 3.10 | | 3.39 |
| Columnas (2do al 6vo Piso) | 5 | 0.30 | 0.30 | 2.40 | 3.10 | | 3.35 |
| Columnas (1er Piso) | 1 | 0.30 | 0.30 | 4.55 | 3.10 | | 1.27 |
| Losa aligerada | 6 | 3.92 | | | | 0.30 | 7.06 |
| Acabados | 6 | 4.88 | | | | 0.10 | 2.93 |
| Tabiquería | 6 | 4.88 | | | | 0.15 | 4.39 |
| | | | | | | | 27.19 |

Tabla N°17: "Metrado de cargas vivas de columna esquinera"

| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Sobrecarga Típica | 5 | 4.88 | | | | 0.20 | 4.88 |
| Sobrecarga Ult.Nivel | 1 | 4.88 | | | | 0.10 | 0.49 |
| | | | | | | | 5.37 |
| Peso Tributario (WD + WL) | | | | | | | 32.56 |

Pre dimensionamiento de la columna esquinera

$$1.50 * PG / 0.20 * f'c$$

(19)

$$1.50 * 32.56 / 0.20 * 0.31 = 787.7274194$$

Tabla N°18: "Dimensiones de columna esquinera"

| Sección (cm2) | |
|----------------------|---------------|
| b | h |
| 25 | 31.509 |
| 30 | 26.258 |
| 35 | 22.506 |
| 40 | 19.693 |

Obteniendo una sección de 30 x 35 cm

Columna excéntrica:

Viga principal en X: = 1.74 m

Viga secundaria en Y: 2.80 + 1.05 = 3.13 m

Columna del 2do al 6to nivel = 2.40

Losa aligerada: A1 + A2 = 5.90

Acabados: 7.72 – (0.30*0.30) = 7.12

Tabiquería = 7.12



| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Vigas Principales en X | 6 | 0.25 | 0.45 | 1.74 | 3.50 | | 4.11 |
| Vigas Secundarias en Y | 6 | 0.25 | 0.35 | 3.13 | 3.50 | | 5.75 |
| Columnas (2do al 6vo Piso) | 5 | 0.30 | 0.30 | 2.40 | 3.50 | | 3.78 |
| Columnas (1er Piso) | 1 | 0.30 | 0.30 | 4.55 | 3.50 | | 1.43 |
| Losa aligerada | 6 | 5.90 | | | | 0.30 | 10.62 |
| Acabados | 6 | 7.12 | | | | 0.10 | 4.27 |
| Tabiquería | 6 | 7.12 | | | | 0.15 | 6.41 |
| | | | | | | | 36.37 |

Tabla N°19: "Metrado de cargas muerta de columna excéntrica"

| Descripción | #Pisos (Und) | Dimensiones | | | Carga (Ton/m3) | Carga (Ton/m2) | Peso (Ton) |
|----------------------------------|-----------------|-------------|----------|----------|-------------------|-------------------|---------------|
| | | Área | | Longitud | | | |
| | | b (m) | h (m) | L (m) | | | |
| Sobrecarga Típica | 5 | 7.12 | | | 0.20 | 7.12 | |
| Sobrecarga Ult.Nivel | 1 | 7.12 | | | 0.10 | 0.71 | |
| | | | | | | 7.83 | |
| Peso Tributario (WD + WL) | | | | | | 44.20 | |

Tabla N°20: "Metrado de cargas vivas de columna excéntrica"

Pre dimensionamiento de la columna excéntrica (CEX):

$$1.25 * PG / 0.25 * f'c$$

$$1.25 * 44.20 / 0.25 * 0.35 = 631.4723 \quad (20)$$

Tabla N°21: "Dimensiones de columna excéntrica"

| <u>Sección (cm2)</u> | |
|----------------------|--------|
| b | h |
| 25 | 25.259 |
| 30 | 21.049 |
| 35 | 18.042 |
| 40 | 15.787 |
| 45 | 14.033 |
| 50 | 12.629 |

Obteniendo una sección de 30 x 25 cm

OE3: Establecer el análisis estático y dinámico de la edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso

Análisis estático

Zonificación (Z), Según E.030:

Nuestro proyecto se encuentra ubicado en la zona 3 según la normativa peruana E: 030, y el valor de Z es detallado en la tabla N° "4" (z = 0.35)

Parámetros de Sitio, Según E.030:

Mediante el estudio de suelos determinamos que el tipo de terreno a cimentar es un suelo arenoso gravoso de tipo S2.

Conociendo el factor de zona y los parámetros del terreno, determinamos el factor de suelos ($S = 1,15$) tabla N° 5.

Los periodos los podemos determinar en la tabla N° 6.

$T_P = 0.6$.

$T_L = 2.0$

Categoría del Edificio, Según E.030 (tabla N° 7):

El proyecto a realizar es una edificación común (C) y factor (U) = 1.

Coficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030 $R_0 = 8$:

Tabla N° 22: "Sistema estructural R_0 "

| Sistema Estructural | Coficiente Básico de Reducción R_0 (*) |
|--|--|
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada. | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

Factores de Irregularidad, Según E.030:

Irregularidad en Altura, I_a : 1.00

Irregularidad en Altura, I_p : 1.00

Porque la edificación es simétrica tanto en altura como en planta

Coficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas:

Según E.030 determinamos el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas mediante la siguiente ecuación:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad R:8 \quad (21)$$

Peso de la estructura:

Se realizó el metrado de cargas de la estructura siguiendo los pasos estipulados en la normativa peruana E. 020 y E 0.30. Por ser una edificación clasificada como común (vivienda), se consideró un 100% de la carga muerta más un 25 % de la carga viva, además de considerar un 25 % de carga viva en la azotea.

Tabla N° 23: "Peso de edificación"

| | Peso (Ton) | H (M) |
|--------|------------|-------|
| P 1 | 12.76474 | 3.15 |
| P 2 | 12.40641 | 5.59 |
| P 3 | 12.40641 | 8.03 |
| P 4 | 12.40641 | 10.47 |
| P 5 | 12.40641 | 12.91 |
| P 6 | 7.69905 | 15.35 |
| Total: | 70.08943 | |

Período Fundamental de Vibración (T):

Tabla N° 24: "Periodos fundamentales"

| Case | Modo | Pe-riodo | UX | UY | Sum UX | Sum UY | RZ |
|--------------|----------|--------------|----------|----------|--------|--------|----------|
| Modal | 1 | 0.515 | 0.0062 | 0.8731 | 0.0062 | 0.873 | 0.006 |
| Modal | 2 | 0.501 | 0.8583 | 0.0048 | 0.8645 | 0.8779 | 0.0154 |
| Modal | 3 | 0.442 | 0.0132 | 0.0081 | 0.8777 | 0.8861 | 0.86 |
| Modal | 4 | 0.162 | 4.00E-04 | 0.0846 | 0.8782 | 0.9707 | 0.0007 |
| Modal | 5 | 0.157 | 0.0916 | 2.00E-04 | 0.9698 | 0.9708 | 1.80E-03 |
| Modal | 6 | 0.139 | 1.80E-03 | 0.0005 | 0.9715 | 0.9713 | 0.0864 |
| Modal | 7 | 0.088 | 6.91E-07 | 0.0201 | 0.9715 | 0.9914 | 0.0001 |
| Modal | 8 | 0.084 | 0.0195 | 6.01E-07 | 0.991 | 0.9914 | 4.00E-04 |
| Modal | 9 | 0.075 | 6.00E-04 | 3.49E-05 | 0.9916 | 0.9915 | 2.03E-02 |
| Modal | 10 | 0.057 | 0 | 6.20E-03 | 0.9916 | 0.9977 | 1.81E-05 |
| Modal | 11 | 0.055 | 5.90E-03 | 0 | 0.9975 | 0.9977 | 0.0002 |
| Modal | 12 | 0.049 | 0.0003 | 2.73E-06 | 0.9978 | 0.9977 | 6.30E-03 |
| Modal | 13 | 0.042 | 0 | 0.0019 | 0.9978 | 0.9996 | 2.48E-06 |
| Modal | 14 | 0.04 | 0.0017 | 0 | 0.9995 | 0.9996 | 0.0001 |
| Modal | 15 | 0.035 | 0.0001 | 0 | 99.96% | 0.9996 | 0.0019 |
| Modal | 16 | 0.034 | 0 | 0.0004 | 0.9996 | 1 | 0 |
| Modal | 17 | 0.033 | 0.0004 | 0 | 1 | 1 | 1.72E-05 |
| Modal | 18 | 0.029 | 2.04E-05 | 0 | 1 | 1 | 0.0004 |

Coefficiente de amplificación sísmica (C) $t_y = 0.515$ y $t_x = 0.501$

$$C_y = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T_y}\right) = 2.994 \quad (22)$$

$$C_x = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T_x}\right) = 2.913 \quad (23)$$

Fuerza cortante en la base con respecto a las condiciones generales del proyecto:

$$V = \left(\frac{Z \times U \times C_y \times S}{R}\right) = 0.1258 \quad (24)$$

$$V = \left(\frac{Z \times U \times C_x \times S}{R}\right) = 0.1465 \quad (25)$$

Fuerza sísmica en altura:

determinamos las fuerzas sísmicas en altura en función a la cortante basal mediante la siguiente expresión matemática:

$$F_i = \alpha_i \cdot xV \quad (26)$$

Tabla N° 25: "Fuerza sísmica".

| Piso | Pi | hi | (hi) ^k | Pi*(hi) ^k | α _i | V | F _i |
|------|---------|-------|-------------------|----------------------|----------------|-------|----------------|
| 6 | 7.69905 | 15.35 | 15.4 | 118.180 | 0.191 | 0.126 | 0.024 |
| 5 | 12.4064 | 12.91 | 12.9 | 160.167 | 0.259 | 0.126 | 0.033 |
| 4 | 12.4064 | 10.47 | 10.5 | 129.895 | 0.210 | 0.126 | 0.026 |
| 3 | 12.4064 | 8.03 | 8.0 | 99.623 | 0.161 | 0.126 | 0.020 |
| 2 | 12.4064 | 5.59 | 5.6 | 69.352 | 0.112 | 0.126 | 0.014 |
| 1 | 12.7647 | 3.15 | 3.2 | 40.209 | 0.065 | 0.126 | 0.008 |
| Σ | 70.0894 | 55.50 | | 617.427 | 1.000 | | 0.126 |

Desplazamiento de centro de masas:

Determinamos los desplazamientos horizontales de la estructura en "X" "Y" considerando la rigidez de la altura y las fuerzas sísmicas en la altura determinadas:

Tabla N° 26: Desplazamientos en "X"

| Story | Load Case/Combo | Direction | cm |
|------------|-----------------|-----------|------|
| LA_TE-CHO | SXDIN Max | X | 1.20 |
| LA_PISO 05 | SXDIN Max | X | 1.11 |
| LA_PISO 04 | SXDIN Max | X | 0.98 |
| LA_PISO 03 | SXDIN Max | X | 0.80 |
| LA_PISO 02 | SXDIN Max | X | 0.58 |
| LA_PISO 01 | SXDIN Max | X | 0.33 |
| LA_TE-CHO | SYDIN Max | X | 0.24 |

Tabla N° 27: "Desplazamientos en "Y""

| Story | Load Case/Combo | Direction | cm |
|------------|-----------------|-----------|--------|
| LA_TE-CHO | SXDIN Max | Y | 1.0197 |
| LA_PISO 05 | SXDIN Max | Y | 0.9606 |
| LA_PISO 04 | SXDIN Max | Y | 0.855 |
| LA_PISO 03 | SXDIN Max | Y | 0.7029 |
| LA_PISO 02 | SXDIN Max | Y | 0.5122 |
| LA_PISO 01 | SXDIN Max | Y | 0.2915 |

Figura 8: "Desplazamientos dinámico en "Y"

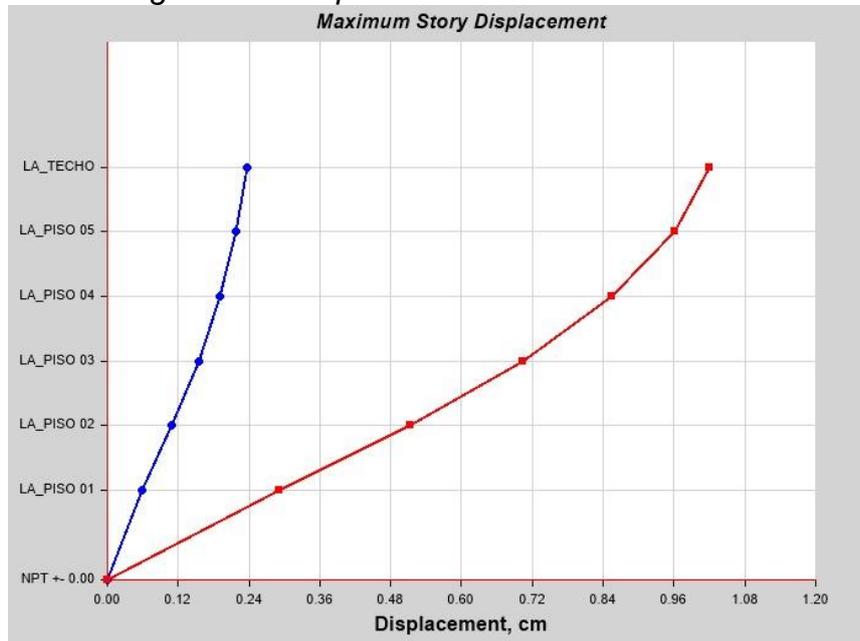


Figura 9: Desplazamientos dinámico en "X"

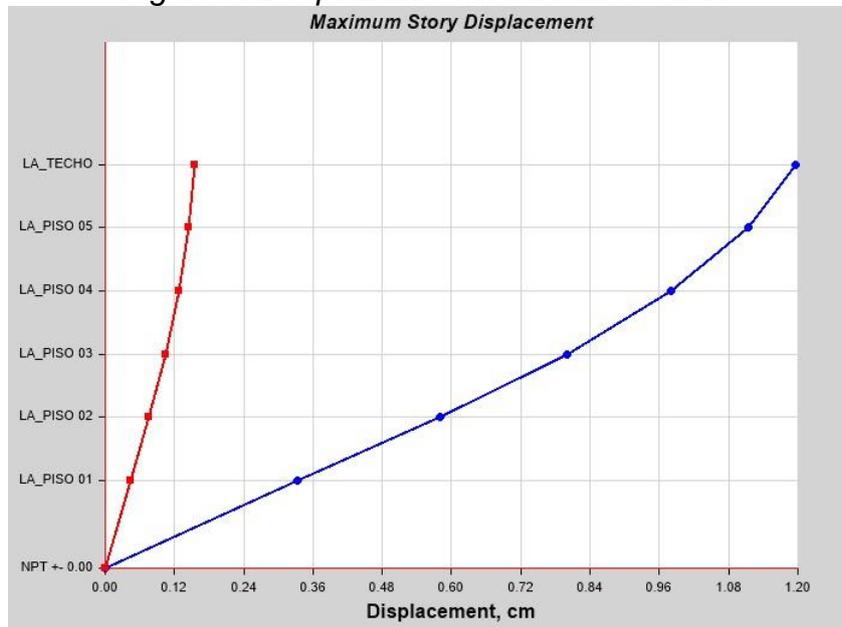


Figura 10: Desplazamientos estático en "X"

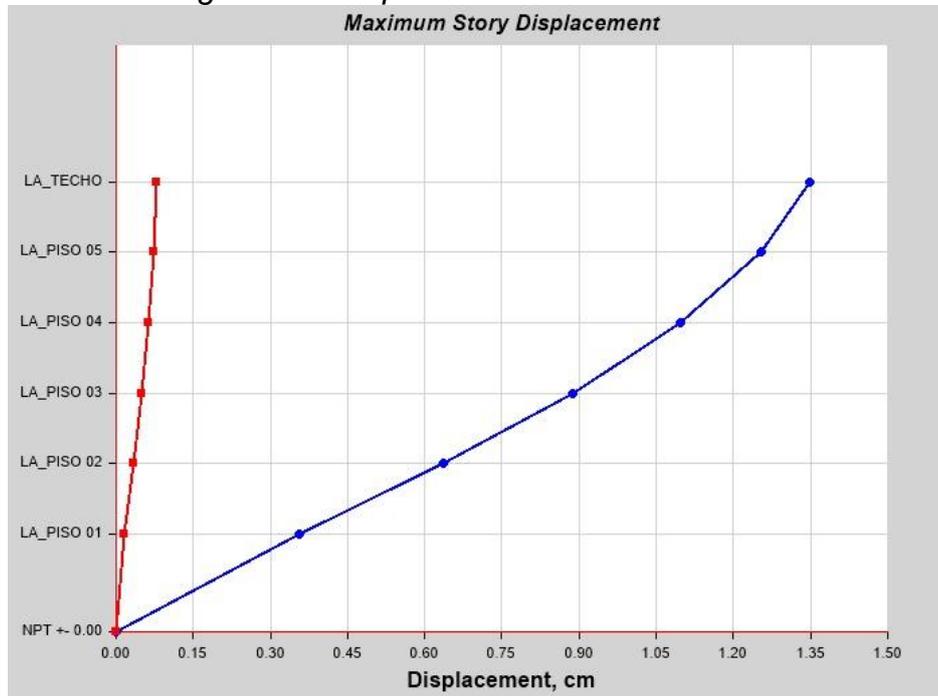
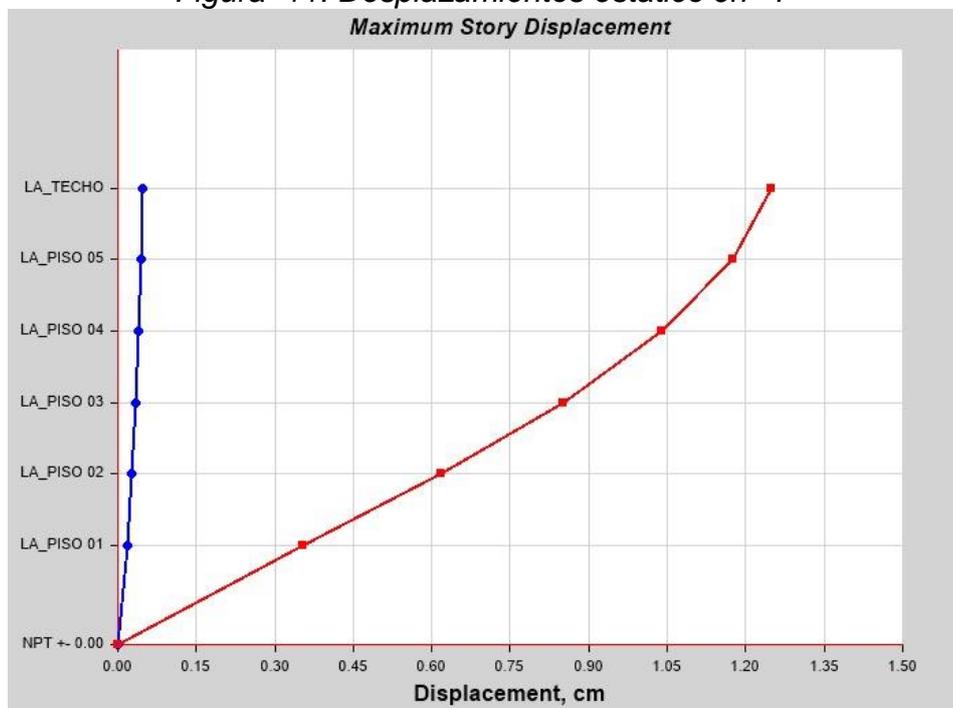


Figura 11: Desplazamientos estático en "Y"



Derivas de la edificación aportada:

Tabla N° 28: "Derivas en estático en X"

| Story | Load Case/Combo | Item | Max Drift |
|------------|-----------------|------------|-----------|
| LA_TE-CHO | SXEST | Diaph D1 X | 0.000403 |
| LA_PISO 05 | SXEST | Diaph D1 X | 0.000649 |
| LA_PISO 04 | SXEST | Diaph D1 X | 0.000877 |
| LA_PISO 03 | SXEST | Diaph D1 X | 0.001048 |
| LA_PISO 02 | SXEST | Diaph D1 X | 0.001163 |
| LA_PISO 01 | SXEST | Diaph D1 X | 0.001062 |

Figura N° 12:" Derivas en X"

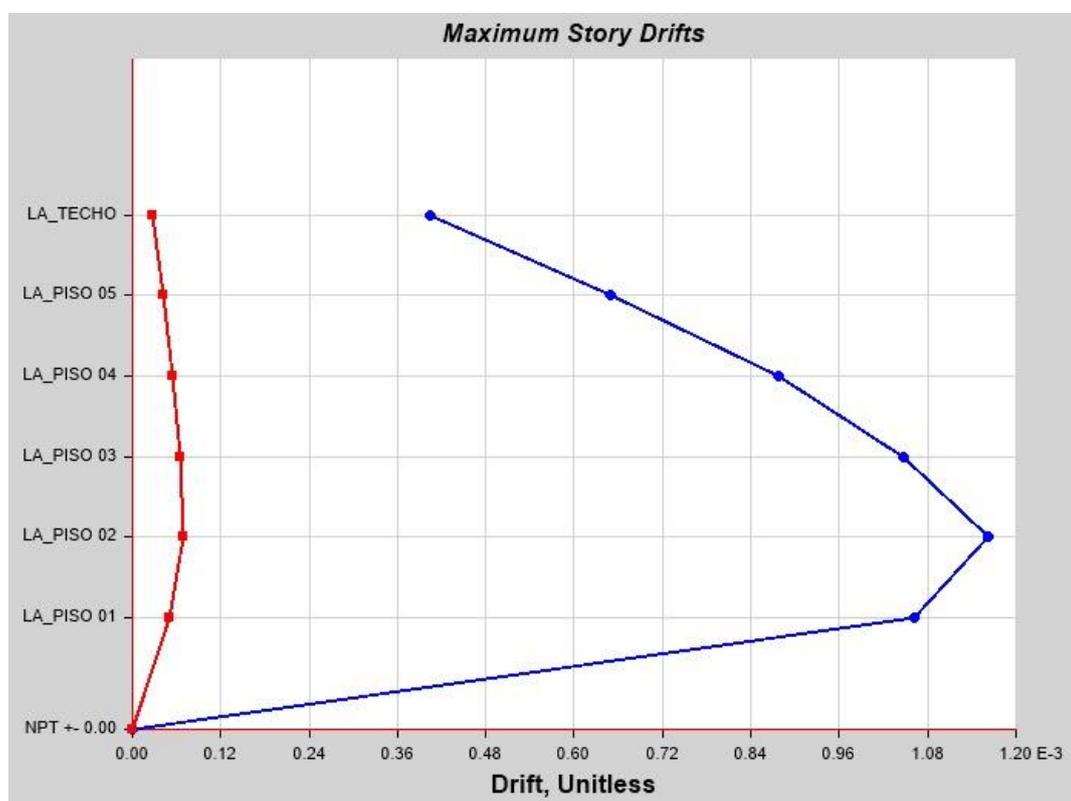


Tabla N° 29: "Derivas en estático en Y"

| LA_TE- CHO | SYEST | Diaph D1 Y | 0.000316 |
|---------------|-------|---------------|----------|
| LA_PISO 05 | SYEST | Diaph D1 Y | 0.000558 |
| LA_PISO 04 | SYEST | Diaph D1 Y | 0.000789 |
| LA_PISO 03 | SYEST | Diaph D1 Y | 0.000969 |
| LA_PISO 02 | SYEST | Diaph D1 Y | 0.001105 |
| LA_PISO 01 | SYEST | Diaph D1 Y | 0.001054 |

Figura 13:" Derivas en Y"

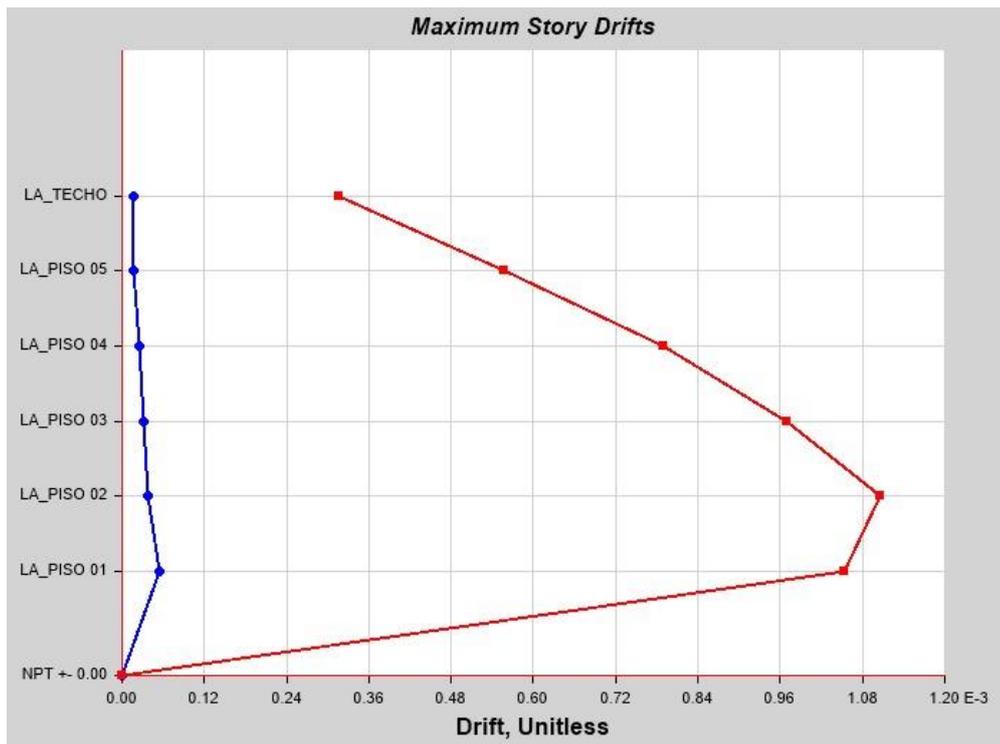


Tabla N° 30: "Derivas dinámicas en x"

| Story | Load Case/Combo | Item | Max Drift |
|------------|-----------------|------------|-----------|
| LA_TE-CHO | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.000349 |
| LA_PISO 05 | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.000562 |
| LA_PISO 04 | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.000761 |
| LA_PISO 03 | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.000917 |
| LA_PISO 02 | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.001035 |
| LA_PISO 01 | SXDIN Max | Diaph D1 X | 0.000993 |

Figura N° 14: "Derivas en X"

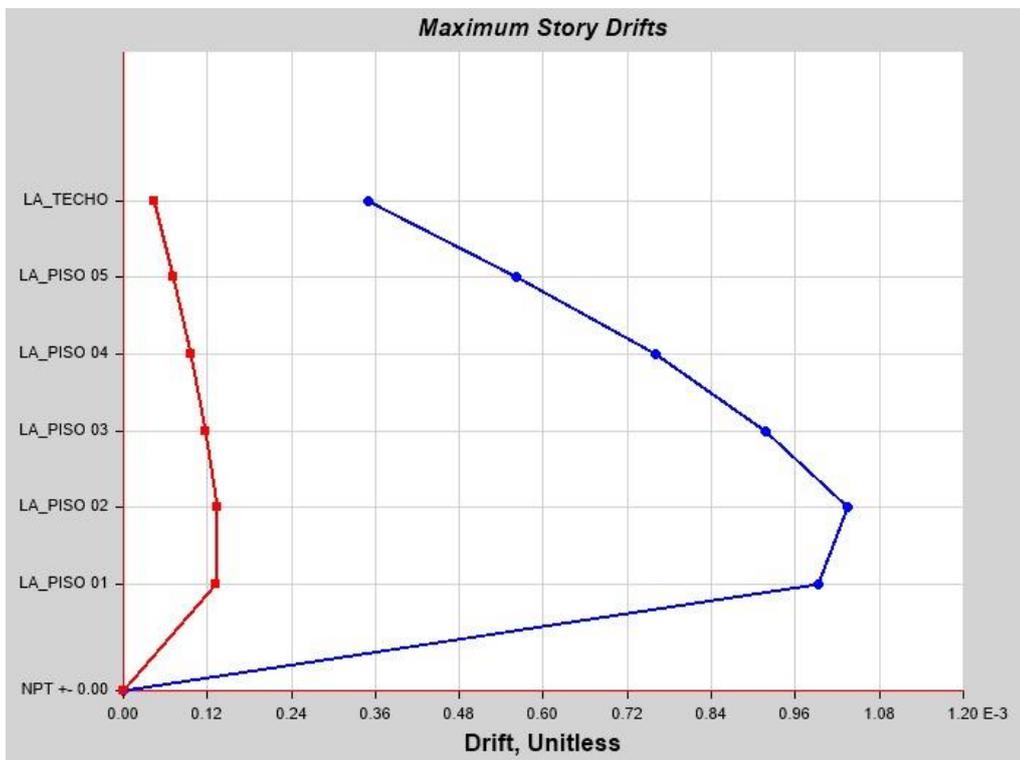
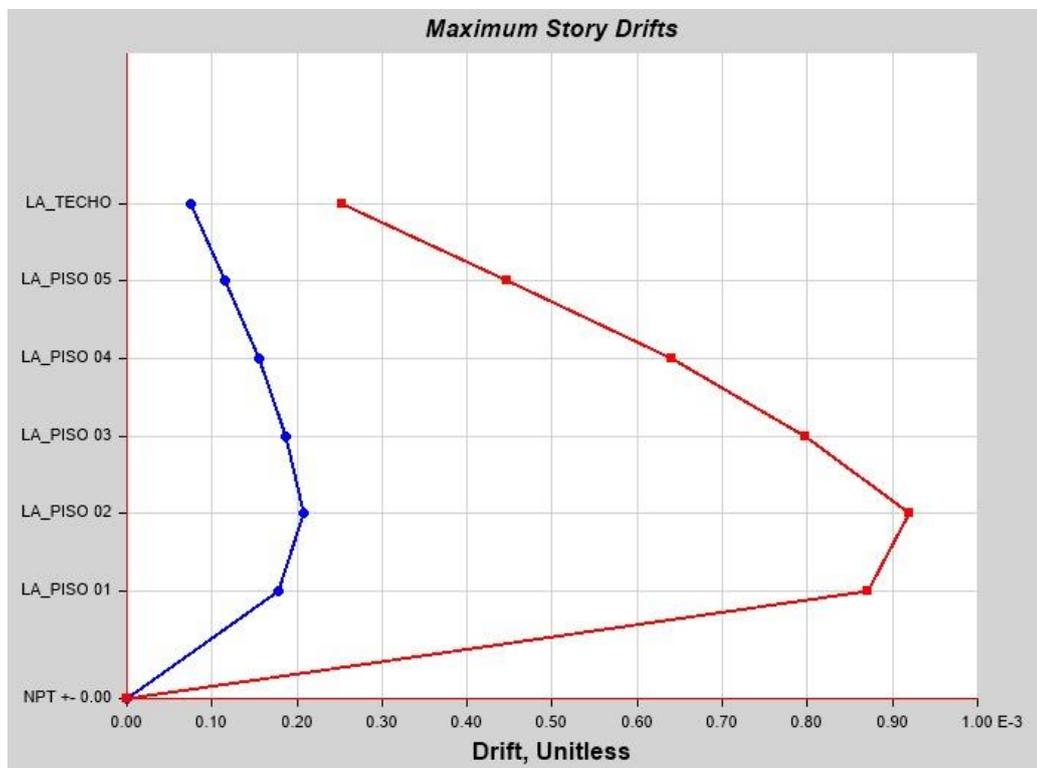


Tabla N° 31: "Derivas dinámicas en Y"

| Story | Load Case/Combo | Item | Max Drift |
|------------|-----------------|------------|-----------|
| LA_TECO | SYDIN Max | Diaph D1 X | 7.50E-05 |
| LA_TECO | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.000252 |
| LA_PISO 05 | SYDIN Max | Diaph D1 X | 0.000116 |
| LA_PISO 05 | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.000448 |
| LA_PISO 04 | SYDIN Max | Diaph D1 X | 0.000156 |
| LA_PISO 04 | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.00064 |
| LA_PISO 03 | SYDIN Max | Diaph D1 X | 0.000188 |
| LA_PISO 03 | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.000798 |
| LA_PISO 02 | SYDIN Max | Diaph D1 X | 0.000208 |
| LA_PISO 02 | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.00092 |
| LA_PISO 01 | SYDIN Max | Diaph D1 X | 0.000178 |
| LA_PISO 01 | SYDIN Max | Diaph D1 Y | 0.00087 |

Figura N° 15: "Derivas en Y"



Determinando las derivas y los desplazamientos en el análisis estático y dinámico se pueden definir que el diseño de la edificación aporticada elaborada con la incorporación del concreto reciclado como agregado grueso al hormigón cumple con los requisitos mínimos que se estipula en la norma técnica peruana E. 030.

MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "X-X"

REVISIÓN : 0.0062 ≤ 0.007 SI CUMPLE

MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "Y-Y"

REVISIÓN : 0.0055 ≤ 0.007 SI CUMPLE

MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO

REVISIÓN : 1.49 cm ≤ 1.68 cm SI CUMPLE

MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO

REVISIÓN : 1.32 cm ≤ 1.68 cm SI CUMPLE

V. DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se redactó las siguientes discusiones entre los resultados de los antecedentes observando las similitudes y diferencias encontradas entre los resultados de la investigación titulada Análisis sismorresistente de una edificación aporticada incorporando concreto reciclado como agregado grueso al hormigón, tanto en resistencia, predimensionamiento y análisis estático y dinámico.

- El análisis de los resultados de las investigaciones relacionadas a nuestra investigación en el software MATHCAD 15 TM, se determinó que la adición del 50 % del concreto reciclado como agregado grueso en el diseño del hormigón resulta una resistencia a la compresión de 302.24 kg/cm² y que tanto el porcentaje del agregado y los días del curado cada uno afecta a la resistencia con agregado reciclado pero la interacción de ambos no afecta la resistencia, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en la investigación de Vanegas, Juliana y Robles, Juan (2008) determinando que su resistencia a compresión a los 28 días con un 50% de agregado reciclado es de 289.23 kg/cm² y con 100% de adición una resistencia de 272.94 kg/cm². Determinando una similitud en los resultados ya que se determina que el aumento de incorporación de material reciclado afecta en el comportamiento estructural.
- El resultado obtenido también se ve una diferencia con León y Gutiérrez (2015), donde realiza ensayos de resistencia con distintos porcentajes para un diseño de 280 kg/cm², obteniendo que al reemplazar un 50% de agregado reciclado obtiene una resistencia de 280.56 kg/cm² siendo menor a la resistencia obtenida por los resultados del programa MATHCAD 15 TM. En comparación de donde también realiza ensayos de compresión con distintos porcentajes obteniendo que al aplicar 50%de agregado reciclado a los 21 días obtuvo una resistencia de 314.78 kg/cm² y con un 70% de agregado reciclado obteniendo una resistencia de compresión de 355.98 kg/cm² a los 21 días de curado, siendo tal resultado mucho mayor al resultado obtenido de todos los antecedentes siendo procesado en el programa MATHCAD 15 TM.

Tales resultados tanto mayores, menores o igual a la resistencia de compresión que se obtiene en el programa puede varias depende de donde fue extraído tales agregados reciclados.

- En cuanto a los cálculos del análisis estático podemos determinar las máximas derivas en la edificación aporticada en las direcciones X.X y Y.Y, hallando que las reacciones máximas fueron de 0.0062 y 0.0055 comparado con la Norma Técnica Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente, que indica que el máximo desplazamiento relativo no debe de pasar en el caso de la investigación en concreto armado en 0.007, cumpliendo con los estándares establecidos y adecuados. mientras que en la investigación realizada por León y Gutiérrez (2018) donde analiza el comportamiento estructural y sismo y también se basa a la norma técnica peruana E.0.30 para poder realizar el análisis sísmico de su edificio y comparar con respecto a los limites estipulados anteriormente, obteniendo como resultado el desplazamiento de deriva máxima de 0.0038 en el cual se encuentra dentro del límite establecido y cumpliendo dentro del límite permisible.
- A comparación con los resultados obtenidos por donde se estableció tres derivas tanto en X y Y relacionados a tres sistemas estructurales, obteniendo como resultado lo siguiente en paredes portantes en dirección X obtiene 0.0017 y en Y 0.004; y en cuanto a pórticos relacionado con concreto armado obtiene las siguientes derivas en la dirección X un resultado de 0.019 y dirección Y obteniendo 0.021 ambas derivas no estarían cumpliendo con lo establecido en la norma técnica peruana y por lo tanto se establecería a cambiar a muros estructurales y así pueda cumplir con lo establecido y no pasar del límite permitido.
- En el análisis estático se determinó los desplazamientos máximos de la edificación a porticada, determinado los valores máximos relativos en “X” y “Y”, siendo de 0.0062 cm empleando columnas de secciones de 30 x 35

cm, resultados similares a la investigación de León y Gutiérrez (2018) que determino un desplazamiento máximo de 0.0038 cm empleado columnas de 45 x 35 y vigas peraltadas. determinando un buen comportamiento sísmico mientras tengamos columnas esbeltas en la edificación aporticada.

VI. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se presentan las conclusiones más relevantes de nuestra investigación:

1. Podemos concluir que la estructura aporricada realizada con la adición del 50% de concreto reciclado en el diseño de la mezcla, cumple con lo establecido en la norma E. 030 en la cual detalla que los desplazamientos máximos son 0.007 y en el análisis estático se determinó que los desplazamientos de la estructura diseñada fueron 0.0062 cm y 0.0055 cm.
2. En el análisis de los resultados de compresión se concluye que la incorporación los residuos de concreto de 50% en la mezcla reduce la resistencia a la compresión. En el diseño del concreto para la aplicación en pórticos se empleó el 50% de la cantidad del agregado grueso obtuvimos una resistencia a la compresión de 302.24 kg/cm².
3. Respecto al pre dimensionamiento, se concluyó que se debe tener en cuenta en el pre dimensionamiento elementos esbeltos, para poder obtener un mejor comportamiento sísmico con respecto a la flexión y derivas.
4. Mediante el análisis sísmico se procedió a evaluar el periodo de la edificación teniendo como resultando de 0.515 seg, el peso de la edificación de 70.09 Ton y la contante en la base en la dirección "X" de 0.1465 y en "Y" de 0.1258, cumpliendo con los requisitos mínimos de la normativa E.030.
5. Se recomienda el uso del concreto modificado con la adición de los residuos de concreto en elementos de tabiquería ya que cuando se sustituye en más de 50% de la cantidad del agregado grueso disminuye la propiedad de resistencia a la compresión.

VII. RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se presentan las recomendaciones más relevantes de nuestra investigación:

1. Se recomienda que las estructuras a diseñar sean regulares para determinar un resultado más favorable en las reacciones de los elementos que conforman los pórticos y así evitar mayores desplazamientos de lo que estipula la normativa peruana E. 030.
2. Se recomienda realizar dosificaciones de mezclas con la sustitución del agregado grueso mayor a 50 %, conociendo el comportamiento físico mecánico del concreto reciclado para así determinar un rango de sustitución adecuado para ser aplicables en concretos especiales.
3. Se recomienda realiza un estudio económico para identificar el aporte de la incorporación de los residuos de hormigón en la mezcla de concreto.
4. Se recomienda realizar estudios sísmico resistente en las diferentes zonas detalladas en la norma E .030, y así conocer el comportamiento de las estructuras elaboradas con concreto modificado en distintos parámetros de terreno.
5. Se recomienda el uso del concreto modificado con la adición de los residuos de concreto empleado como agregado grueso en elementos de tabiquería ya que cuando se sustituye en mas de 50% de la cantidad del agregado grueso baja su resistencia a la compresión.

REFERENCIAS

Abanto, F. (2014) Tecnología del concreto: teorías y problemas. 6ª ed. Lima: San Marcos.

Argüello, F y Castellanos, M (2015) “ prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los materiales, animación virtual)” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Agreda, G y Moncada, G (2015) “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Arriaga, T. (2013) Utilización del agregado grueso de concreto reciclado en elemento estructurales de concreto reforzado. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil)

Borja S. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo.

Bojacá, N. (2013) Propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con agregado reciclado. (Título de magister en ingeniería civil con énfasis en estructuras).

Calletanos, J ; Rivera, M y Roa, M (2017), “Comparación estructural y estimación de costos de la utilización de concreto con agregados naturales y concreto con Residuos de Construcción y Demolición (R.C.D.) como agregado”, (Tesis para obtener título)

Carizaile, E y Anquise, S (2015) “Viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la Ciudad de Tacna” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Carrillo, J, Alcocer, S y Aperador W. (2019) Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.

Carro, A., y García, A. (2011). Comportamiento estructural de muros de mampostería confinada en escala reducida con ductilidad local óptima.

Chugnas,Y (2018) “Estudio del concreto reciclado en bloques prefabricados, para muros en edificaciones, Lima, Perú 2018” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Diaz,J y Torres,H (2018) “Evaluación técnica de bloques de concreto para uso estructural elaborados de escombros de concreto de losas de pavimento rígido” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Enrique Bazan y Roberto Meli. Diseño sísmico de edificios.

Gere, J. (2012). Resistencia de Materiales (5ta ed.). Paraninfo S.A. Madrid. España.

Harmsen, T. E. (2005). Diseño de estructuras de concreto armado. Fondo editorial PUCP.

Hernández, O., Mendoza, C. (2005). Durabilidad e infraestructura: retos e impacto soci económico. División Estudios de Postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. México.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, c., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la investigación. D.F, Mexico: McGra W-HILL/interamericana editores.

Lara,M(2017) “Influencia del concreto reciclado en el comportamiento estructural de un Modelo de vivienda económica con muros de ductilidad limitada. - Nuevo Chimbote, 2017” (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Lerma, H. (2012). Metodología de la investigación. Colombia, Bogotá: Editorial Ecoe.

Niño, J. (2010). Tecnología del Concreto – Tomo 1 (3ra ed.). Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO. Bogotá. Colombia.

NTP 339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

NTP 339.185. (2013). Contenido de Humedad de los Agregados.

NTP 400.011. (2008). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos.

NTP 400.012. (2013). Ensayo de Granulometría, Módulo de Fineza y Tamaño Máximo Nominal de los agregados.

NTP 400.017. (2011). Peso Unitario de los agregados.

NTP 400.21. (2013). Peso específico y Porcentaje de Absorción del agregado Grueso.

NTP 400.22. (2013). Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado fino.

Pajares Cabrera, E. D., & León Vargas, J. V. (2010). Diseño de un edificio de concreto armado de 6 niveles.

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070. Albañilería (2006). Lima.

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030. Diseño Sismorresistente (2016). Lima.

Reyes, C., & Sanchez. (2015). Metodología y diseño de la investigación científica. Lima:Universidad Ricardo Palma.

Tafur, Y. (2015) "Estudio del comportamiento físico-mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la Ciudad de Cajamarca" (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Vanegas, J. y Robles, J. (2008), "Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales" (Tesis para obtener título de Ingeniero Civil)

Quiroz, C. (2014). Validez y confiabilidad del instrumento. Argentina, Buenos Aires

Zambrano, E. y Véliz, J. (2013) "Reciclaje De Residuos De Construcción En La Producción De Bloques, Portoviejo- Manabí" (Tesis para obtener Maestría)

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

“Análisis Sismorresistente De Una Edificación Aporticada Incorporando Concreto Reciclado Como Agregado Grueso Al Hormigón, San Antonio De Jicamarca, Huarochirí, 2020”

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | | | |
|--|---|---|---|--|--|---|------------------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE: Análisis del hormigón incorporando concreto reciclado en los pórticos. | El concreto reciclado se entiende, por todos los áridos (agregado) finos o gruesos que son obtenidos mediante los procesos de demolición de edificaciones cuyo demolición o escombros son separados (Jaime, at 2012. pp3) | En la elaboración del concreto reciclado, tenemos que considerar los aspectos técnicos; como las propiedades físico – mecánicas y el diseño del nuevo concreto, al mismo tiempo las propiedades mecánicas del concreto reciclado para poder validar si es un buen concreto y poder aplicarlo. | Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado | Resistencia a compresión kg/cm^2 | | | |
| | | | | Resistencia a flexión kg/cm^2 | | | |
| | | | | Peso específico kg/m^3 | | | |
| | | | | | | Predimensionamiento de la estructura aporticada | Dimensionamiento de columnas |
| | | | | | | | Dimensionamiento de vigas |
| | | | | | | | Dimensionamiento losa |
| VARIABLE DEPENDIENTE: Análisis Sismorresistente del Sistema Aporticado. | El análisis sismorresistente realizado a los proyectos contempla los diferentes efectos generados por las cargas a las que esté sometida la estructura, como lo es el comportamiento inelástico durante un evento sísmico de gran magnitud, el control de vibraciones en placas, pandeo de elementos estructurales, con el objetivo de brindar un diseño seguro, confortable y funcional. (Álvaro, rt 2016. pp55) | El resultado de evaluar múltiples factores que aseguran alta estabilidad estructural bajo el efecto de sismos. | Análisis estático | Factor de zona | | | |
| | | | | Categoría de la edificación | | | |
| | | | | Parámetro del sitio | | | |
| | | | | Coefficiente de reducción de la fuerza sísmica | | | |
| | | | | Fuerza cortante de la base | | | |
| | | | | Periodo fundamental de vibración | | | |
| | | | Análisis dinámico | Distribución de la fuerza sísmica | | | |
| | | | | Irregularidad | | | |
| | | | | Análisis sísmico espectral | | | |
| | | | | Desplazamientos | | | |
| | | | | Derivas en la estructura | | | |

ANEXO 2: GUÍA PARA EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PATRÓN MÉTODO ACI 211

Guía para el diseño de mezcla método ACI 211:

Se realizará el diseño de mezcla para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y se recomienda una consistencia plástica para la mezcla.

El cemento Portland a emplearse es Sol Tipo I con un peso específico de 3.12 gr/cm^3 .

Características de los materiales a emplear para el diseño de mezcla.

Tabla N° 32: Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto.

| DESCRIPCIÓN | ARENA | PIEDRA |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Peso Unitario Suelto Seco | 1494 kg/m ³ | 1374 kg/m ³ |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1795 kg/m ³ | 1565 kg/m ³ |
| Peso Específico de Masa | 2.65 | 2.64 |
| Contenido de Humedad | 1.8% | 0.2% |
| Porcentaje de Absorción | 1.2% | 1.1% |
| Módulo de Fineza | 3.11 | 7.21 |
| Tamaño máximo del agregado | ----- | 3/4" |

Fuente: Elaborado con datos de Díaz Coronel, Diseño de mezclas (2019, p.2)

Se recomienda realizar los siguientes pasos para realizar del diseño de mezcla, mediante el método del ACI 211:

Paso N°1: Se procede a determinar la resistencia promedio para el diseño.

Tabla N° 33: Esfuerzo promedio requerido a compresión $f'cr \text{ kg/cm}^2$

| $f'c$ | $f'cr$ |
|--------------|------------|
| Menor de 210 | $f'c + 74$ |
| 210 a 350 | $f'c + 84$ |
| Sobre 350 | $f'c + 98$ |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

La resistencia que se desea es de 280 kg/cm^2 , entonces se toma el segundo valor:

$$f'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$$

Paso N°2: Se determina el asentamiento de la mezcla.

El comité del ACI 211 recomienda los asentamientos para varios tipos de consistencia.

Tabla N° 34 : Asentamiento del concreto de acuerdo a la consistencia deseada

| Consistencia | Asentamiento |
|--------------|--------------|
| Seca | 0" a 2" |
| Plástica | 3" a 4" |
| Fluida | ≥5" |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

Para el presente caso se elegirá el asentamiento entre 5".

Paso N°3: Se procede con la elección de la relación agua-cemento (a/c).

Tabla N° 35 : Relación de agua cemento para distintos $f'c$

| Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (Kg/cm ²) | Relación Agua – Cemento de diseño en peso | |
|---|---|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | --- |
| 400 | 0.43 | --- |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

La edificación se construirá en la región Lima, entonces la edificación no enfrentará bajas temperaturas, por lo tanto, se elige un concreto sin aire incorporado.

Ya que en la tabla no se encuentra la resistencia calculada, se procede con una interpolación para hallar el valor que se necesita.

| $f'c$ | a/c |
|-------|-------|
| 400 | 0.43 |
| 364 | X |
| 350 | 0.48 |

Se realiza el Interpolando para obtener el valor de X:

$$\begin{array}{r} (400 - 350) \\ (364 - 350) \end{array} \qquad \begin{array}{r} (0.43 - 0.48) \\ (X - 0.48) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 14 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -0.05 \\ (X - 0.48) \end{array}$$

$$X - 0.48 = \frac{14 * (-0.05)}{50}$$

$$X = -0.014 + 0.48$$

$$X = 0.466$$

$$X=0.466 \Rightarrow R \text{ a/c}$$

Paso N°4: Se calcula la cantidad de agua de mezclado y aire.

Tabla N° 36: Asentamiento de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso

| Asentamiento | Agua, en L/m ³ , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| 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 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| 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 | |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

De acuerdo a la tabla se obtiene:

205 L/m³ de Agua de Mezclado.

Paso N°5: Se determina el cemento.

$$R \text{ a/c} = \frac{a}{c}$$

$$c = \frac{a}{R \text{ a/c}}$$

$$c = \frac{205}{0.466}$$

$$c = 439.91 \text{ kg/m}^3$$

Paso N°6: Se procede con el cálculo del aire atrapado.

Contenido de aire atrapado

Tabla N° 37 : % de aire atrapado de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso

| Tamaño máximo nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8" | 3.0% |
| 1/2" | 2.5% |
| 3/4" | 2.0% |
| 1" | 1.5% |
| 1 1/2" | 1.0% |
| 2" | 0.5% |
| 3" | 0.3% |
| 6" | 0.2% |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

Como el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4", entonces Aire Atrapado: 2%.

Paso N°7: Se determina la cantidad de agregado grueso.

Tabla N° 38 : Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

| TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO | Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino | | | |
|-----------------------------------|--|------|------|------|
| | MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO 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: Elaborado con datos, ACI 211.

Con los valores de módulo de fineza $A_f = 2.65$ y tamaño máximo $A_g = \frac{3}{4}$ ", de la tabla se tiene:

Interpolando se obtiene.

$$\begin{array}{r} (2.6 - 2.8) \quad (0.64 - 0.62) \\ (2.65 - 2.8) \quad (X - 0.62) \\ \\ - 0.2 \quad \quad \quad 0.02 \\ - 0.15 \quad \quad \quad (X - 0.62) \end{array}$$

$$X - 0.62 = \frac{-0.15 * (0.02)}{-0.2}$$

$$X = 0.015 + 0.62$$

$X = 0.635$: Volumen del agregado grueso

Peso Unitario Compactado Seco = 0.635×1565

Peso Unitario Compactado Seco = 993.775 kg

Paso N°8: Se realiza el cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m³.

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P. E.} \times 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{439.91}{3.12 \times 1000} = 0.1410 \text{m}^3$$

$$\text{Ag. grueso} = \frac{993.755}{2.64 \times 1000} = 0.376 \text{m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{m}^3$$

$$\text{Aire} = 2\% = \frac{2}{100} = 0.0200 \text{m}^3$$

$$\Sigma \quad 0.742 \text{m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto Ag.fino} = 1 - 0.742 = 0.258 \text{m}^3$$

$$0.258 = \frac{\text{Peso seco}}{2.65 \times 1000}$$

Peso Seco agregado fino = 683.7 kg

Peso seco de los materiales:

Cemento: 439.91 kg

Ag. Fino: 683.7 kg

Ag. Grueso: 993.775 kg

Agua: 205 L

Paso N°9: Se realiza la corrección por humedad.

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 683.7 \left(\frac{3.11}{100} + 1 \right) = 704.963 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 993.775 \left(\frac{0.2}{100} + 1 \right) = 995.762 \cong 996 \text{ kg}$$

Paso N°10: Se realiza la corrección por absorción.

$$\text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{Absorción} - \% \text{Humedad}}{100} \right)$$

$$\text{Ag, fino} = 683.7 \left(\frac{1.2 - 1.8}{100} \right) = -4.10$$

$$\text{Ag. grueso} = 993.775 \left(\frac{1.1 - 0.2}{100} \right) = 8.94$$

$$\Sigma = 4.84: \text{Agua libre}$$

Paso N°11: Agua efectiva.

$$\text{Agua de diseño} + \text{Agua libre}$$

$$205 + (4.84) = 209.84 \text{ L}/\text{m}^3 : \text{Agua efectiva}$$

Paso N°12: Diseño teórico húmedo.

$$R_{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$0.466 = \frac{209.84}{c}$$

$$c = 450.30 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Paso N°13: Proporciones en peso.

| | | | |
|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Cemento | Ag. Fino | Ag. Grueso | Agua |
| 450.30 | 704.963 | 996.00 | 209.84 |
| <u>450.30</u> | <u>450.30</u> | <u>450.3</u> | <u>8.21</u> |
| 1.00 | 1.5 | 2.2 | 25.55L |

Tabla N° 39: Masa y porcentaje para un concreto normal o convencional

| Material | Masa | Volumen | Porcentaje |
|---------------|-------------|----------------------|------------|
| Cemento | 450.30 kg | 0.1443m ³ | 19.0715% |
| Ag. Fino | 704.963 kg | 0.2670m ³ | 29.8573% |
| Ag. Grueso | 996.000 kg | 0.3801m ³ | 42.1836% |
| Agua | 209.84 kg | 0.209m ³ | 8.8873% |
| Aire atrapado | 0.000kg | 0.0200m ³ | 0.0000% |
| | 2361.103 kg | 1m ³ | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 3: GUÍA PARA EL DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO CON
AGREGADO RECICLADO 50 % MÉTODO ACI 211**

Guía para el diseño de mezcla método ACI 211:

Se realizará el diseño de mezcla para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y se recomienda una consistencia plástica para la mezcla.

El cemento Portland a emplearse es Sol Tipo I con un peso específico de 3.12 gr/cm^3 .

Características de los materiales a emplear para el diseño de mezcla.

Tabla N° 40: Datos de los materiales para el diseño de mezcla del concreto.

| DESCRIPCIÓN | ARENA | PIEDRA | Ag. Reciclado |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Peso Unitario Suelto Seco | 1494 kg/m ³ | 1374 kg/m ³ | 1215.2936 kg/m ³ |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1795 kg/m ³ | 1565 kg/m ³ | 1386.0602 kg/m ³ |
| Peso Específico de Masa | 2.65 | 2.64 | 2.64 |
| Contenido de Humedad | 1.8% | 0.2% | 0.5868 % |
| Porcentaje de Absorción | 1.2% | 1.1% | 1.2% |
| Módulo de Fineza | 3.11 | 7.21 | |
| Tamaño máximo del agregado | ----- | 3/4" | |

Fuente: Elaborado con datos de Díaz Coronel, Diseño de mezclas (2019, p.2)

Se recomienda realizar los siguientes pasos para realizar del diseño de mezcla, mediante el método del ACI 211:

Paso N°1: Se procede a determinar la resistencia promedio para el diseño.

Tabla N° 41: Esfuerzo promedio requerido a compresión $f'cr \text{ kg/cm}^2$

| $f'c$ | $f'cr$ |
|--------------|------------|
| Menor de 210 | $f'c + 74$ |
| 210 a 350 | $f'c + 84$ |
| Sobre 350 | $f'c + 98$ |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

La resistencia que se desea es de 280 kg/cm^2 , entonces se toma el segundo valor:

$$f'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$$

Paso N°2: Se determina el asentamiento de la mezcla.

El comité del ACI 211 recomienda los asentamientos para varios tipos de consistencia.

Tabla N° 42: Asentamiento del concreto de acuerdo a la consistencia deseada

| Consistencia | Asentamiento |
|--------------|--------------|
| Seca | 0" a 2" |
| Plástica | 3" a 4" |
| Fluida | ≥5" |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

Para el presente caso se elegirá el asentamiento entre 5".

Paso N°3: Se procede con la elección de la relación agua-cemento (a/c).

Tabla N° 43: Relación de agua cemento para distintos $f'c$

| Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (Kg/cm ²) | Relación Agua – Cemento de diseño en peso | |
|---|---|-------------------------------|
| | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | --- |
| 400 | 0.43 | --- |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

La edificación se construirá en la región Lima, entonces la edificación no enfrentará bajas temperaturas, por lo tanto, se elige un concreto sin aire incorporado.

Ya que en la tabla no se encuentra la resistencia calculada, se procede con una interpolación para hallar el valor que se necesita.

| | |
|-------|-------|
| $f'c$ | a/c |
| 400 | 0.43 |
| 364 | X |
| 350 | 0.48 |

Se realiza el Interpolando para obtener el valor de X:

$$\begin{array}{r} (400 - 350) \\ (364 - 350) \end{array} \qquad \begin{array}{r} (0.43 - 0.48) \\ (X - 0.48) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 14 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -0.05 \\ (X - 0.48) \end{array}$$

$$X - 0.48 = \frac{14 * (-0.05)}{50}$$

$$X = -0.014 + 0.48$$

$$X = 0.466$$

$$X=0.466 \Rightarrow R \text{ a/c}$$

Paso N°4: Se calcula la cantidad de agua de mezclado y aire.

Tabla N° 44: Asentamiento de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso

| Asentamiento | Agua, en L/m ³ , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-------|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| 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 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| 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 | |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

De acuerdo a la tabla se obtiene:

205 L/m³ de Agua de Mezclado.

Paso N°5: Se determina el cemento.

$$R \text{ a/c} = \frac{a}{c}$$

$$c = \frac{a}{R \text{ a/c}}$$

$$c = \frac{205}{0.466}$$

$$c = 439.91 \text{ kg/m}^3$$

Paso N°6: Se procede con el cálculo del aire atrapado.

Contenido de aire atrapado

Tabla N° 45: % de aire atrapado de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado grueso

| Tamaño máximo nominal | Aire Atrapado |
|-----------------------|---------------|
| 3/8" | 3.0% |
| 1/2" | 2.5% |
| 3/4" | 2.0% |
| 1" | 1.5% |
| 1 1/2" | 1.0% |
| 2" | 0.5% |
| 3" | 0.3% |
| 6" | 0.2% |

Fuente: Elaborado con datos, ACI 211.

Como el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4", entonces Aire Atrapado: 2%.

Paso N°7: Se determina la cantidad de agregado grueso.

Tabla N° 46: Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

| TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO | Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino | | | |
|-----------------------------------|--|------|------|------|
| | MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO 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: Elaborado con datos, ACI 211.

Con los valores de módulo de fineza $A_f = 2.65$ y tamaño máximo $A_g = \frac{3}{4}$ ", de la tabla se tiene:

Interpolando se obtiene.

$$\begin{array}{r} (2.6 - 2.8) \quad (0.64 - 0.62) \\ (2.65 - 2.8) \quad (X - 0.62) \\ \\ - 0.2 \quad \quad 0.02 \\ - 0.15 \quad \quad (X - 0.62) \end{array}$$

$$X - 0.62 = \frac{-0.15 * (0.02)}{-0.2}$$

$$X = 0.015 + 0.62$$

$X = 0.635$: Volumen del agregado grueso

Peso Unitario Compactado Seco = 0.635×1565

Peso Unitario Compactado Seco = 993.775 kg

Paso N°8: Se realiza el cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m³.

$$\text{Volumen Absoluto} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{P. E.} \times 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{439.91}{3.12 \times 1000} = 0.1410m^3$$

$$\text{Ag. grueso} = \frac{993.755}{2.64 \times 1000} = 0.376m^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205m^3$$

$$\text{Aire} = 2\% = \frac{2}{100} = 0.0200m^3$$

$$\Sigma \quad 0.742m^3$$

Volumen Absoluto Ag.fino = $1 - 0.742 = 0.258m^3$

$$0.258 = \frac{\text{Peso seco}}{2.65 \times 1000}$$

Peso Seco agregado fino = 683.7 kg

Peso seco de los materiales:

Cemento: 439.91 kg

Ag. Fino: 683.7 kg

Ag. Grueso: 993.775 kg

Agua: 205 L

Paso N°9: Se realiza la corrección por humedad.

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado fino} = 683.7 \left(\frac{3.11}{100} + 1 \right) = 704.963 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 993.775 \left(\frac{0.2}{100} + 1 \right) = 995.762 \cong 996 \text{ kg}$$

Paso N°10: Se realiza la corrección por absorción.

$$\text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{Absorción} - \% \text{Humedad}}{100} \right)$$

$$\text{Ag, fino} = 683.7 \left(\frac{1.2 - 1.8}{100} \right) = -4.10$$

$$\text{Ag. grueso} = 993.775 \left(\frac{1.1 - 0.2}{100} \right) = 8.94$$

$$\Sigma = 4.84: \text{Agua libre}$$

Paso N°11: Agua efectiva.

$$\text{Agua de diseño} + \text{Agua libre}$$

$$205 + (4.84) = 209.84 \text{ L}/\text{m}^3 : \text{Agua efectiva}$$

Paso N°12: Diseño teórico húmedo.

$$R_{a/c} = \frac{a}{c}$$

$$0.466 = \frac{209.84}{c}$$

$$c = 450.30 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Paso N°13: Proporciones en peso.

| | | | |
|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Cemento | Ag. Fino | Ag. Grueso | Agua |
| 450.30 | 704.963 | 996.00 | 209.84 |
| <u>450.30</u> | <u>450.30</u> | <u>450.3</u> | <u>8.21</u> |
| 1.00 | 1.5 | 2.2 | 25.55L |

Tabla N° 47: Masa y porcentaje para un concreto normal o convencional

| Material | Masa | Volumen | Porcentaje |
|----------------------------|-------------|----------------------|------------|
| Cemento | 450.30 kg | 0.1443m ³ | 19.0715% |
| Ag. Fino | 704.963 kg | 0.2670m ³ | 29.8573% |
| Ag. Grueso | 747.000 kg | 0.2829m ³ | 31.639% |
| Agua | 209.84 kg | 0.209m ³ | 8.8873% |
| Aire atrapado | 0.000kg | 0.0200m ³ | 0.0000% |
| 50% de Ag. gr reciclado | 249.00kg | 0.0943 | 0.0001% |
| | 2361.103 kg | 1m ³ | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4: Matriz de mathcad

Tabla N° 48: Resistencia a compresión de antecedentes

| DÍAS DE CURADO | % DE AGREGADO | F'c |
|----------------|---------------|--------|
| 7 | 0 | 263.98 |
| 7 | 25 | 216.01 |
| 7 | 50 | 207.05 |
| 7 | 100 | 179.8 |
| 14 | 0 | 298.34 |
| 14 | 25 | 258.25 |
| 14 | 50 | 257.64 |
| 14 | 100 | 215.91 |
| 21 | 0 | 330.88 |
| 21 | 25 | 299.26 |
| 21 | 50 | 278.82 |
| 21 | 100 | 233.85 |
| 28 | 0 | 345.86 |
| 28 | 25 | 323.55 |
| 28 | 50 | 277.63 |
| 28 | 100 | 274.81 |

$x1 := \text{dias}^T$

$x2 := a\%^T$

$y := fc^T$

$n := 16$

$i := 0..15$

$$x1 := \begin{bmatrix} n & \sum_i x1_i & \sum_i x2_i & \sum_i (x1_i)^2 & \sum_i (x2_i)^2 \\ \sum_i x1_i & \sum_i (x1_i)^2 & \sum_i (x1_i \cdot x2_i) & \sum_i (x1_i)^3 & \sum_i [x1_i \cdot (x2_i)^2] \\ \sum_i x2_i & \sum_i (x1_i \cdot x2_i) & \sum_i (x2_i)^2 & \sum_i [(x1_i)^2 \cdot x2_i] & \sum_i (x2_i)^3 \\ \sum_i (x1_i)^2 & \sum_i (x1_i)^3 & \sum_i [(x1_i)^2 \cdot x2_i] & \sum_i (x1_i)^4 & \sum_i [(x1_i)^2 \cdot (x2_i)^2] \\ \sum_i (x2_i)^2 & \sum_i [x1_i \cdot (x2_i)^2] & \sum_i (x2_i)^3 & \sum_i [(x1_i)^2 \cdot (x2_i)^2] & \sum_i (x2_i)^4 \end{bmatrix} \quad y1 := \begin{bmatrix} \sum_i y_i \\ \sum_i (x1_i \cdot y_i) \\ \sum_i (x2_i \cdot y_i) \\ \sum_i [(x1_i)^2 \cdot y_i] \\ \sum_i [(x2_i)^2 \cdot y_i] \end{bmatrix}$$

$$P := x1^{-1} \cdot y1 \quad P = \begin{pmatrix} 208.716 \\ 7.968 \\ -1.402 \\ -0.107 \\ 5.799 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

$$Y11(x11, x22) := 208.716 + 7.968x11 - 1.402x22 - 0.107x11^2 + 5.799 \times 10^{-3} \cdot x22^2$$

$$\frac{d}{dx11} Y11(x11, x22) \rightarrow -0.214x11 + 7.968$$

$$\frac{d}{dx22} Y11(x11, x22) \rightarrow 0.011598x22 - 1.402$$

$$x11 := 10 \quad x22 := 20$$

Given

$$0 = -2.304x11 - 0.433x22 + 15.32$$

$$0 = -0.433x11 + 2.918x22 - 13.98$$

$$\begin{pmatrix} x11 \\ x22 \end{pmatrix} := \text{Find}(x11, x22)$$

$$\begin{pmatrix} x11 \\ x22 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5.594 \\ 5.622 \end{pmatrix}$$

$$Y11(48, 28) = 309.942$$

ANEXO 5: Cálculos para el ANOVA

$$DM1 := \begin{pmatrix} 295.5 & 301.5 & 315.45 & 348.74 \\ 261.38 & 306.6 & 333.66 & 343.31 \\ 272.45 & 293.42 & 328.54 & 335.86 \\ 226.6 & 291.83 & 345.87 & 355.54 \\ 240.42 & 286.08 & 310.28 & 322.63 \\ 234.49 & 280.3 & 304.37 & 315.95 \\ 205.42 & 240.2 & 294.5 & 325.32 \\ 183.72 & 226.4 & 287.87 & 330.3 \\ 207.41 & 240.44 & 278.81 & 272.5 \\ 198.27 & 258.98 & 263.98 & 283.77 \\ 198.49 & 236.46 & 273.5 & 251.85 \\ 227.63 & 294.68 & 299 & 302.4 \\ 162.97 & 202.98 & 233.85 & 211.88 \\ 175.68 & 210.54 & 205.55 & 303.45 \\ 193.72 & 225.25 & 245.6 & 264.72 \\ 186.84 & 224.86 & 250.4 & 319.17 \end{pmatrix}$$

$$DM2 := \begin{pmatrix} 1055.93 & 1193.85 & 1323.52 & 1383.45 \\ 864.05 & 1032.98 & 1197.02 & 1294.2 \\ 831.8 & 1030.56 & 1115.29 & 1110.52 \\ 719.21 & 863.63 & 935.4 & 1099.22 \end{pmatrix}$$

Suma de Filas

$$\sum_{j=0}^3 DM2_{0,j} = 4.95675 \times 10^3 \quad \sum_{j=0}^3 DM2_{1,j} = 4.388 \times 10^3$$

$$\sum_{j=0}^3 DM2_{2,j} = 4.088 \times 10^3 \quad \sum_{j=0}^3 DM2_{3,j} = 3.617 \times 10^3$$

Suma de columnas

$$\sum_{i=0}^3 DM2_{i,0} = 3.471 \times 10^3 \quad \sum_{i=0}^3 DM2_{i,1} = 4.121 \times 10^3$$

$$\sum_{i=0}^3 DM2_{i,2} = 4.571 \times 10^3 \quad \sum_{i=0}^3 DM2_{i,3} = 4.887 \times 10^3$$

$$DM11 := \sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^{15} (DM1_{i,j})$$

$$DM11 = 1.705 \times 10^4$$

$$DM12 := \sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^{15} (DM1_{i,j})^2$$

$$DM12 = 4.698 \times 10^6$$

$$DM22 := \sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^3 (DM2_{i,j})^2$$

$$DM22 = 1.87 \times 10^7$$

$$SST := DM12 - \frac{DM11^2}{64}$$

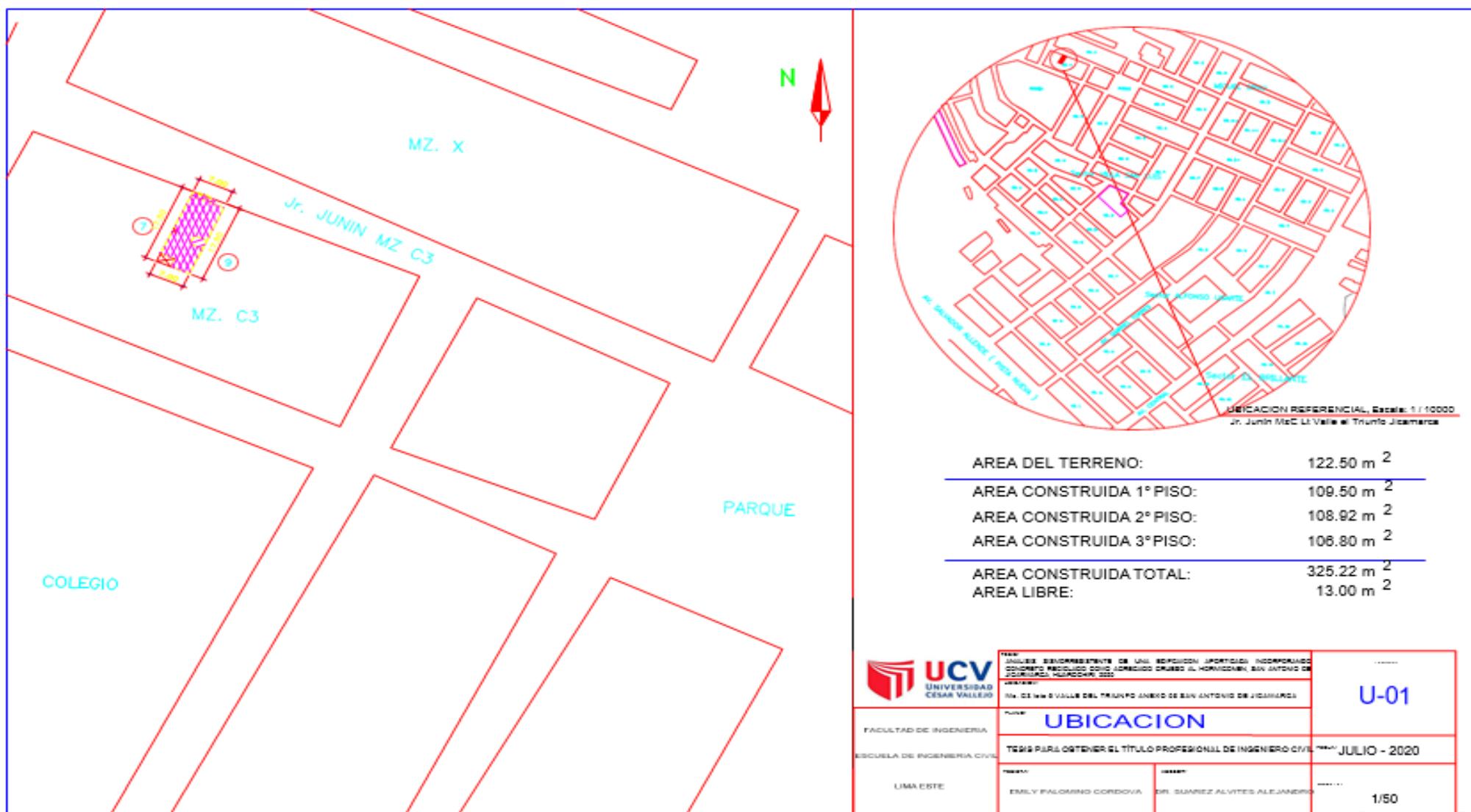
$$SST = 1.557 \times 10^5$$

Efecto del porcentaje

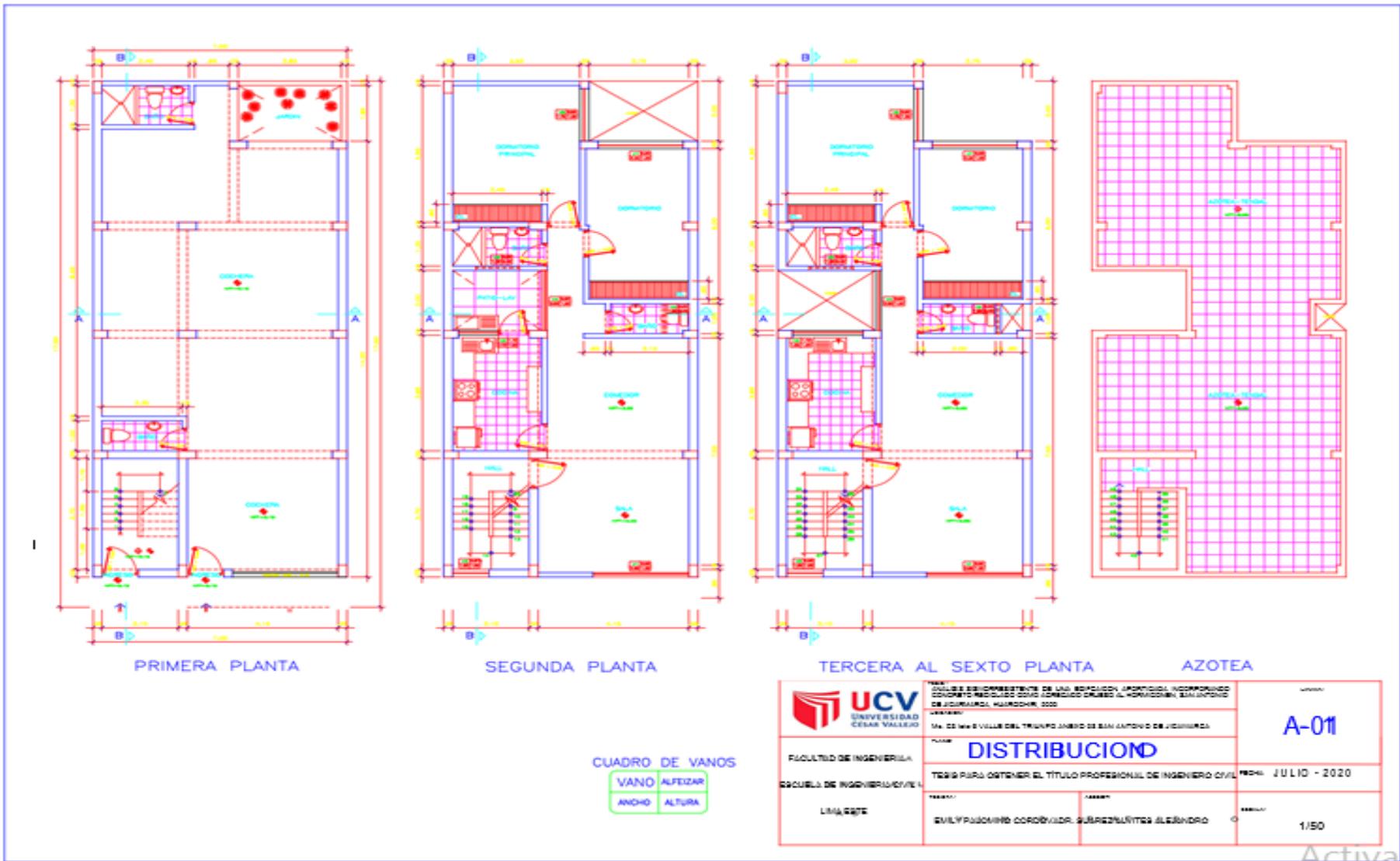
$$SSreci := \frac{1}{4.4} \cdot \left[(4.95675 \times 10^3)^2 + (4.388 \times 10^3)^2 + (4.088 \times 10^3)^2 + (3.617 \times 10^3)^2 \right] - \frac{DM11^2}{64} = 5.885 \times 10^4$$

$$SSinterac = 4.392 \times 10^3 \quad SSE = 2.176 \times 10^4$$

ANEXO 6: Plano de ubicación



ANEXO 7: Plano de arquitectura



ANEXO 9 :Estudio de suelo C-1



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

www.mtlgeotecniasac.com

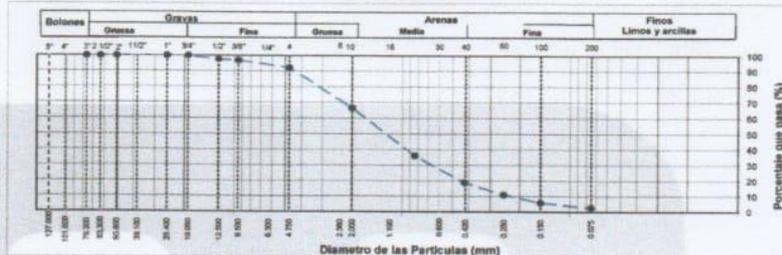
| | | | |
|--|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO | Código | FOR-LSR-MS-001 |
| | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-MTL |
| | | Fecha | 23/10/2017 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D8913 / MTC E - 204

| | | | |
|--------------------|--|--|-----------------------------|
| REFERENCIA | Datos de Laboratorio | | |
| SOLICITANTE | EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA | | |
| TESIS | ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUAROCHIRI, 2020 | | |
| UBICACIÓN | SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 8 HUAROCHIRI | | |
| CALICATA | C-1 | | |
| MUESTRA | Terreno natural | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00 - 3.00 m | | Fecha de ensayo: 12/10/2017 |

| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------|------------------|---------------------|----------------|--|
| 5" | 127.000 | 100.0 | / | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 0.9 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P Grava (%) 7.7 Arena (%) 89.6 Finos (%) 2.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificador SUCS (ASTM D2487) SW Clasificador AASHTO (D2282) A-1-b (0) Nombre del Grupo Arena bien graduada con grava INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C. |
| 4" | 101.600 | 100.0 | | |
| 3" | 76.200 | 100.0 | | |
| 2 1/2" | 63.300 | 100.0 | | |
| 2" | 50.800 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 | | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | | |
| 1/2" | 12.500 | 97.7 | | |
| 3/8" | 9.500 | 97.0 | | |
| Nº 4 | 4.750 | 92.3 | | |
| Nº 10 | 2.000 | 66.6 | | |
| Nº 20 | 0.840 | 36.1 | | |
| Nº 40 | 0.425 | 19.0 | | |
| Nº 60 | 0.250 | 11.0 | | |
| Nº 100 | 0.150 | 5.9 | | |
| Nº 200 | 0.075 | 2.7 | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- 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 ENGENIERO DE MATERIALES V°B° Jefe de Laboratorio | MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CURA RAFFAZZA INGENIERA CIVIL INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS | MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

ANEXO 10: Estudio de suelo C-2



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

www.mtlgeotecniasac.com

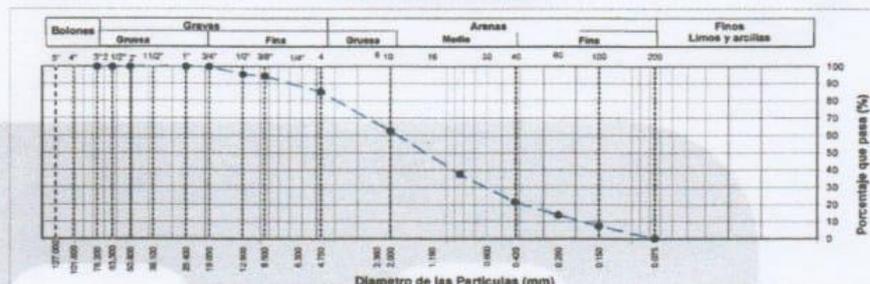
| | | | |
|--|---|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO | Código | FOR-LSR-MS-001 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-MTL |
| | | Fecha | 23/10/2017 |

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

| | | | |
|--------------------|--|--|-----------------------------|
| REFERENCIA | Dato de Laboratorio | | |
| SOLICITANTE | EMILY BERTHA PALMINO CORDOVA | | |
| TEST | ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUARACHIRI, 2020 | | |
| UBICACIÓN | SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 8, HUARACHIRI | | |
| CALICATA | C-2 | | |
| MUESTRA | Terreno natural | | |
| PROFUNDIDAD | 1.00 - 3.00 m. | | Fecha de ensayo: 12/10/2019 |

| TAMIZ | AASHTO T-27 (mm) | PORCENTAJE QUE PASA | ESPECIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA |
|--------|---------------------|---------------------|----------------|---|
| 5" | 127.000 | 100.0 | / | CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 0.6 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. Grava (%) Arena (%) Finos (%) 14.9 84.9 0.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SW Clasificación AASHTO (D3282) A-1-b (0) Nombre del Grupo Arena bien graduada con grava INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C. |
| 4" | 101.600 | 100.0 | | |
| 3" | 76.200 | 100.0 | | |
| 2 1/2" | 63.300 | 100.0 | | |
| 2" | 50.800 | 100.0 | | |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 | | |
| 1" | 25.400 | 100.0 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | | |
| 1/2" | 12.500 | 95.4 | | |
| 3/8" | 9.500 | 94.4 | | |
| Nº 4 | 4.750 | 85.1 | | |
| Nº 10 | 2.000 | 62.8 | | |
| Nº 20 | 0.840 | 37.7 | | |
| Nº 40 | 0.425 | 21.6 | | |
| Nº 60 | 0.250 | 14.1 | | |
| Nº 100 | 0.150 | 7.6 | | |
| Nº 200 | 0.075 | 0.2 | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- 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 | Aprobado por: Control de Calidad MTL GEOTECNIA |
|--|--|--|

ANEXO 11 : Velocidad de corte



(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 CORTE DIRECTO | Código | FOR-LSR-MS-015 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-MTL |
| | | Fecha | 1/06/2018 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D3080

| | |
|------------------------|--|
| REFERENCIA | : Datos de Laboratorio |
| SOLICITANTE | : EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA |
| TESIS | : ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APOR-TIGADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICA-MARCA, HUAROCHIRI, 2020 |
| UBICACIÓN | : SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 2, HUAROCHIRI |
| FECHA DE ENSAYO | : 12 de Octubre de 2019 |
| MATERIAL | : C-2 |
| MUESTRA | : Terreno natural |
| PROFUNDIDAD | : 1.00 - 3.00 m |

| ESPECIMEN 1 | | | VELOCIDAD DE CORTE | | | ESPECIMEN 3 | | |
|-----------------|-------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|-----------------|-------|--------------------|
| | | | 0.5 mm/min | | | | | |
| Altura Inicial: | 24.0 | mm | Altura Inicial: | 24.0 | mm | Altura Inicial: | 24.0 | mm |
| Lado de esp: | 50.7 | mm | Lado de esp: | 50.7 | mm | Lado de esp: | 50.7 | mm |
| Area Inicial: | 28.9 | cm ² | Area Inicial: | 28.9 | cm ² | Area Inicial: | 28.9 | cm ² |
| Densidad Seca: | 1.828 | gr/cm ³ | Densidad Seca: | 1.828 | gr/cm ³ | Densidad Seca: | 1.828 | gr/cm ³ |
| Humedad Inic.: | 1.9 | % | Humedad Inic.: | 1.9 | % | Humedad Inic.: | 1.9 | % |
| Est. Normal: | 0.61 | kg/cm ² | Est. Normal: | 1.01 | kg/cm ² | Est. Normal: | 2.03 | kg/cm ² |
| Est. Corte: | 0.37 | kg/cm ² | Est. Corte: | 0.78 | kg/cm ² | Est. Corte: | 1.47 | kg/cm ² |

| ESPECIMEN 1 | | | ESPECIMEN 2 | | | ESPECIMEN 3 | | |
|----------------------------|---|--|----------------------------|---|--|----------------------------|---|--|
| Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm ²) | Esfuerzo Norma- lizado (kg/cm ²) | Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm ²) | Esfuerzo Norma- lizado (kg/cm ²) | Deformacion horizontal (%) | Esfuerzo de Corte (kg/cm ²) | Esfuerzo Norma- lizado (kg/cm ²) |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.41 | 0.07 | 0.18 | 0.41 | 0.20 | 0.25 | 0.41 | 0.40 | 0.25 |
| 0.82 | 0.10 | 0.25 | 0.82 | 0.28 | 0.35 | 0.82 | 0.56 | 0.35 |
| 1.24 | 0.13 | 0.33 | 1.24 | 0.37 | 0.46 | 1.24 | 0.73 | 0.46 |
| 1.65 | 0.14 | 0.35 | 1.65 | 0.40 | 0.50 | 1.65 | 0.81 | 0.50 |
| 2.47 | 0.21 | 0.51 | 2.47 | 0.51 | 0.63 | 2.47 | 0.99 | 0.61 |
| 3.30 | 0.25 | 0.60 | 3.30 | 0.57 | 0.69 | 3.30 | 1.09 | 0.66 |
| 4.12 | 0.25 | 0.60 | 4.12 | 0.60 | 0.73 | 4.12 | 1.17 | 0.71 |
| 4.94 | 0.27 | 0.65 | 4.94 | 0.65 | 0.78 | 4.94 | 1.26 | 0.75 |
| 5.77 | 0.29 | 0.68 | 5.77 | 0.68 | 0.80 | 5.77 | 1.31 | 0.77 |
| 6.59 | 0.31 | 0.73 | 6.59 | 0.70 | 0.83 | 6.59 | 1.35 | 0.79 |
| 7.42 | 0.33 | 0.78 | 7.42 | 0.73 | 0.85 | 7.42 | 1.38 | 0.81 |
| 8.24 | 0.33 | 0.77 | 8.24 | 0.74 | 0.86 | 8.24 | 1.42 | 0.82 |
| 9.06 | 0.36 | 0.83 | 9.06 | 0.77 | 0.88 | 9.06 | 1.46 | 0.83 |
| 9.89 | 0.36 | 0.83 | 9.89 | 0.78 | 0.88 | 9.89 | 1.46 | 0.83 |
| 10.71 | 0.36 | 0.81 | 10.71 | 0.77 | 0.87 | 10.71 | 1.46 | 0.82 |
| 11.54 | 0.35 | 0.79 | 11.54 | 0.77 | 0.86 | 11.54 | 1.47 | 0.82 |
| 12.36 | 0.37 | 0.81 | 12.36 | 0.78 | 0.86 | 12.36 | 1.47 | 0.81 |
| 13.19 | 0.35 | 0.77 | 13.19 | 0.76 | 0.83 | 13.19 | 1.44 | 0.79 |
| 14.01 | 0.36 | 0.78 | 14.01 | 0.78 | 0.82 | 14.01 | 1.43 | 0.78 |
| 14.83 | 0.35 | 0.75 | 14.83 | 0.75 | 0.81 | 14.83 | 1.42 | 0.76 |
| 15.66 | 0.35 | 0.75 | 15.66 | 0.75 | 0.80 | 15.66 | 1.42 | 0.75 |
| 16.48 | 0.35 | 0.75 | 16.48 | 0.75 | 0.79 | 16.48 | 1.40 | 0.74 |

OBSERVACIONES:
 Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo.
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a densidad seca de 1.828 g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por: MTL GEOTECNIA SAC LABORATORIO DE MATERIALES N° B° | Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESSICA CARRERA | Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad MTL GEOTECNIA |

ANEXO 12: Ensayo de corte directo



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

www.mtlgeotecniasac.com

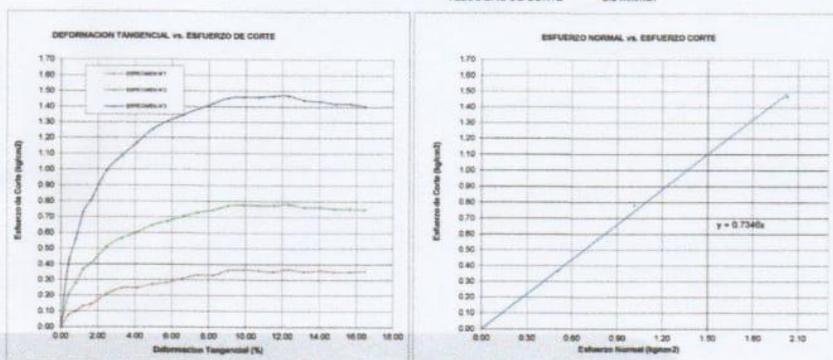
| | | | |
|--|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO | Código | FOR-LSR-MS-015 |
| | | Revisión | 2 |
| | | Aprobado | CC-MTL |
| | | Fecha | 1/06/2018 |

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D3080

| | |
|------------------------|--|
| REFERENCIA | Datos de Laboratorio |
| SOLICITANTE | EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA |
| TESIS | ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUARACHIRI, 2020 |
| UBICACIÓN | SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO B, HUARACHIRI |
| FECHA DE ENSAYO | 12 de Octubre de 2019 |
| MATERIAL | C-2 |
| MUESTRA | Terreno natural |
| PROFUNDIDAD | 1.00 - 3.00 m |

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
 ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión (c) 0.00 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) 36.3°

OBSERVACIONES:
 Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldados con suelo pasante del tamiz N°4 a densidad seca de 1.828 g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

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

ANEXO 13: Capacidad admisible – cimiento corrido



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

www.mtlgeotecniasac.com

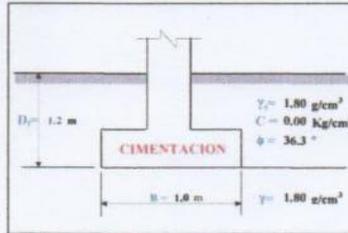
SOLICITANTES : EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA
 TESIS : ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUAROCHIRÍ, 2020
 UBICACIÓN : SAN ANOTNIO DE JICAMARCA ANEXO 8, HUAROCHIRI
 CALICATA : C-2 / M-1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Tipo de Suelo | REALIZADO : Ing. Y.C.B. |
| SP : ARENA BIEN GRADADA CON GRAVA | FECHA : 13/09/2019 |
| | DF : 1.20 m (Profundidad) |

CIMENTACION CORRIDA

| | | | |
|---|------------------|-------|--------------------|
| Cohesión | C = | 0.00 | Kg/cm ² |
| Angulo de fricción | φ = | 36.3° | |
| Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación | γ _s = | 1.80 | g/cm ³ |
| Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación | γ = | 1.80 | g/cm ³ |
| Ancho de la cimentación | B = | 1.00 | m |
| Largo de la cimentación | L = | 1.00 | m |
| Profundidad de la cimentación | D _f = | 1.20 | m |
| Factor de seguridad | FS = | 3.00 | |



$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Factores de capacidad de carga | Factores de forma |
| N _q = 39.222439 | S _q = 1 |
| N _c = 52.033545 | S _c = 1 |
| N _γ = 59.092637 | S _γ = 1 |
| N _q /N _c = 0.75 | |
| tan φ = 0.73 | |

$$S_c = \left(\frac{N_q}{N_c} \right) * \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * Tg \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \left(\frac{B}{L} \right)$$

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------|--------------------|
| Reemplazando en la fórmula se tiene: | q _{ult} = | 137.9 | Tn/m ² |
| Finalmente | | | |
| Capacidad última de carga | q _{ult} = | 13.79 | Kg/cm ² |
| | Con: FS = | 3.00 | |
| Se tiene finalmente: | | | |
| Capacidad admisible de carga | q _{adm} = | 4.60 | Kg/cm ² |

MTL GEOTECNIA SAC
 SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
 INGENIERA CIVIL

ANEXO 14: Capacidad admisible – cimiento cuadrado



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

www.mtlgeotecniasac.com

SOLICITANTES : EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA

TESIS : ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUAROCHIRI, 2020

UBICACIÓN : SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 8, HUAROCHIRI

SONDEO : C-2 / M-1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

| | |
|--|--|
| Tipo de Suelo SP : ARENA BIEN GRADADA CON GRAVA | REALIZADO : Ing. Y.C.B. FECHA : 13/09/2019 DF : 1.30 m (Profundidad) |
|--|--|

CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

ASENTAMIENTO (S_s) Cimentación Cuadrada

| | | | |
|--|---------------------|-------------------------|------------------------------|
| Presión por carga admisible | q _{adm} = | 7.01 Kg/cm ² | |
| Relación de Poisson | μ = | 0.3 | |
| Módulo de Elasticidad | E _s = | 500 Kg/cm ² | |
| Asentamiento permisible | S _{perm} = | 2.54 cm | |
| Ancho de la cimentación | B = | 1.8 m | |
| Factor de forma | L = | 0.93 m/m | |
| | | | |
| Asentamiento | S _s = | 0.014 m | |
| Asentamiento | S _s = | 0.43 cm | |
| | | | |
| Presión por carga | q _{adm} = | 7.01 Kg/cm ² | S _s = 1.19 cm OK! |
| Presión de carga unitaria por asentamiento | q _{adm} = | 2.34 Kg/cm ² | S _s = 0.43 cm OK! |

$$S_s = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA OLIVERA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

ANEXO 15: Capacidad admisible



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

www.mtlgeotecniasac.com

SOLICITANTES : EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA

TESIS : ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUAROCHIRI, 2020

UBICACIÓN :

SONDEO : C-2/M-1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

| | | | | |
|---------------|----|------------------------------|-----------|----------------------|
| Tipo de Suelo | SP | ARENA BIEN GRADADA CON GRAVA | REALIZADO | Ing. Y.C.B. |
| | | | FECHA | 13/05/2019 |
| | | | DF | 1.20 m (Profundidad) |

CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

| | | | |
|---|----------------|-------|--------------------|
| Cohesión | C | 0.00 | Kg/cm ² |
| Angulo de fricción | φ | 36.30 | ° |
| Tipo de falla | A | | |
| Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación | γ | 1.80 | g/cm ³ |
| Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación | γ' | 1.80 | g/cm ³ |
| Ancho de la cimentación | B | 1.00 | m |
| Largo de la cimentación | L | 1.00 | m |
| Profundidad de la cimentación | D _f | 1.20 | m |
| Inclinación de la carga | β | 0.00 | ° |
| Factor de seguridad | FS | 3.00 | |

$$q_u = cN_c S_c d_c i_c + q_1 N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Tipo de falla: **Corte general (suelos densos)**
 Corte local (suelos suaves como arenas poco densas, limos blandos, etc.)

| | |
|---|-------|
| A | |
| B | |
| C | 0.00 |
| φ | 36.30 |

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

$$N_q = \gamma \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{9.8 \tan \phi}$$

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

$$S_c = 1 + \frac{B N_c}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma.

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Factores de capacidad de carga | Factores de forma |
| N _c = 52.034 | S _c = 1.754 |
| N _q = 39.222 | S _q = 1.735 |
| N _γ = 59.093 | S _γ = 0.600 |
| Factores de profundidad | Factores de inclinación |
| d _c = 1.350 | i _c = 1.000 |
| d _q = 1.214 | i _q = 1.000 |
| d _γ = 1.000 | i _γ = 1.000 |

Si $\frac{D_f}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \arctan \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \arctan \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Si $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Reemplazando en la fórmula se tiene:
 Finalmente: $q_u = 210.35 \text{ T/m}^2$
 Capacidad última de carga: $q_u = 210.35 \text{ Kg/cm}^2$
 Con: $\gamma = 1.80$
 Se tiene finalmente:
 Capacidad admisible de carga: $q_{adm} = 70.11 \text{ Kg/cm}^2$

MTL GEOTECNIA SAC
 SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
 INGENIERA CIVIL

ANEXO 16: Certificado del INACAL.

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO

Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

ANEXO 17: Certificado de calibración (BALANZA)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1505 - 2019

PROFORMA : 0712A Fecha de emisión : 2019 - 04 - 25 Página : 1 de 3

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud⁽¹⁾ : I
Capacidad Mínima⁽¹⁾ : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
Intervalo de ΔT Local : 18 °C hasta 30 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 24
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

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.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia | Patrón de Trabajo | Certificado de Calibración |
|--|--|----------------------------|
| Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2 LO JUSTO S.A.C. | Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1 | IP-119-2018 |
| Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1 | Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1 | LM-330-2018 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|--------------------------------|----------|
| Ajuste de Cero | Tiene | Escala | Tiene |
| Oscilación Libre | Tiene | Cursor | No Tiene |
| Plataforma | Tiene | Nivelación | Tiene |
| Sistema de Traba | No Tiene | Dispositivo Indicador Auxiliar | No Tiene |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

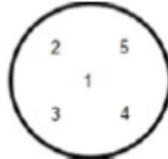
| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|----------|----------|
| Temperatura | 26,10 °C | 26,30 °C |
| Humedad Relativa | 69,46 % | 69,46 % |

| Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Medición N° | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
|-------------------------------------|-----------|----------|---------|---------|-------------------------------------|-----------|----------|---------|---------|
| 1 | 1 100,00 | 1 100,01 | 4 | 11 | 1 | 2 200,00 | 2 200,00 | 4 | 1 |
| 2 | | 1 100,00 | 4 | 1 | 2 | | 2 200,00 | 4 | 1 |
| 3 | | 1 100,00 | 5 | 0 | 3 | | 2 200,01 | 5 | 10 |
| 4 | | 1 100,00 | 5 | 0 | 4 | | 2 200,00 | 4 | 1 |
| 5 | | 1 100,00 | 4 | 1 | 5 | | 2 200,00 | 4 | 1 |
| 6 | | 1 100,01 | 4 | 11 | 6 | | 2 200,00 | 5 | 0 |
| 7 | | 1 100,01 | 4 | 11 | 7 | | 2 200,01 | 5 | 10 |
| 8 | | 1 100,00 | 5 | 0 | 8 | | 2 200,00 | 5 | 0 |
| 9 | | 1 100,01 | 4 | 11 | 9 | | 2 200,01 | 5 | 10 |
| 10 | | 1 100,00 | 4 | 1 | 10 | | 2 200,00 | 4 | 1 |
| E _{máx} - E _{mín} | | | | 11 mg | E _{máx} - E _{mín} | | | | 10 mg |
| error máximo permitido | | | | ± 20 mg | error máximo permitido | | | | ± 30 mg |

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

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.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|----------|----------|
| Temperatura | 26,30 °C | 26,41 °C |
| Humedad Relativa | 68,26 % | 69,46 % |

| N° | Determinación de Error Eo | | | | Determinación de Error Corregido Ec | | | | e.m.p. (±mg) | |
|----|---------------------------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|--------|-----------------|---------|
| | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga (g) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | | Ec (mg) |
| 1 | 0,10 | 0,10 | 4 | 1 | 700,00 | 700,00 | 4 | 1 | 0 | 20 |
| 2 | | 0,10 | 4 | 1 | | 700,00 | 4 | 1 | 0 | |
| 3 | | 0,10 | 4 | 1 | | 700,01 | 4 | 11 | 10 | |
| 4 | | 0,10 | 4 | 1 | | 700,00 | 5 | 0 | -1 | |
| 5 | | 0,10 | 4 | 1 | | 700,01 | 5 | 10 | 9 | |

ENSAYO DE PESAJE

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|----------|----------|
| Temperatura | 26,30 °C | 26,41 °C |
| Humedad Relativa | 68,26 % | 68,26 % |

| Carga (g) | Crecientes | | | | Decrecientes | | | | e.m.p. (±mg) |
|-----------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|-----------------|
| | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | I (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 0,10 | 0,10 | 5 | 0 | 0 | 0,10 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 1,00 | 1,00 | 5 | 0 | 0 | 1,00 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 10,00 | 10,00 | 5 | 0 | 0 | 10,00 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 100,00 | 100,00 | 5 | 0 | 0 | 100,00 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 500,00 | 500,00 | 5 | 0 | 0 | 500,00 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 700,00 | 700,00 | 5 | 0 | 0 | 700,00 | 6 | -1 | -1 | 20 |
| 900,00 | 900,00 | 5 | 0 | 0 | 900,00 | 6 | -1 | -1 | 20 |
| 1 100,00 | 1 100,01 | 6 | 9 | 9 | 1 100,01 | 6 | 9 | 9 | 20 |
| 1 500,00 | 1 500,01 | 6 | 9 | 9 | 1 500,01 | 6 | 9 | 9 | 20 |
| 2 000,00 | 2 000,00 | 6 | -1 | -1 | 2 000,00 | 6 | -1 | -1 | 20 |
| 2 200,00 | 2 200,01 | 6 | 9 | 9 | 2 200,01 | 5 | 10 | 10 | 30 |

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = R - 2,98 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre de Medición : $U_{95} = 2 \times \sqrt{4,83 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-6} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada 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

ANEXO 18: Certificado de calibración (HORNO)



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1502 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 28

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY INDUSTRIAL CORP
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 25
Ubicación⁽¹⁾ : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

| Magnitud | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21,4 °C | 21,6 °C |
| Humedad Relativa | 59,0 % | 57,9 % |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0316

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.



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017**

Laboratorio de Calibración

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

| Patrón de Referencia | Patrón de Trabajo | Certificado de Calibración |
|--|--|----------------------------|
| Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL | Termómetro Digital -200 °C a 400 °C | LT-247-2018 |

RESULTADOS DE MEDICIÓN

| Temperatura de Trabajo | Posición del Controlador | Tiempo de Calentamiento | Tiempo de Estabilización | Porcentaje de carga | Tipo de Carga / Muestra |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 110 °C ± 5 °C | 110 | 20 min | 20 min | 60 % | Recipiente metálico con muestra. |

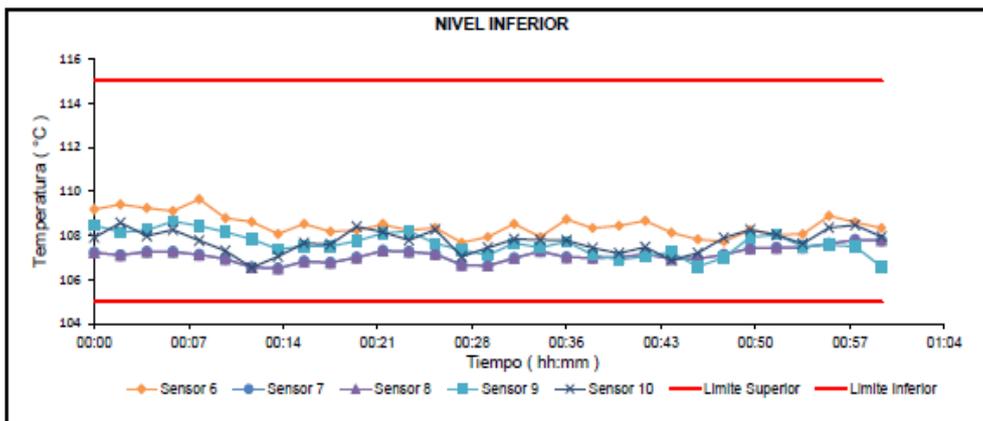
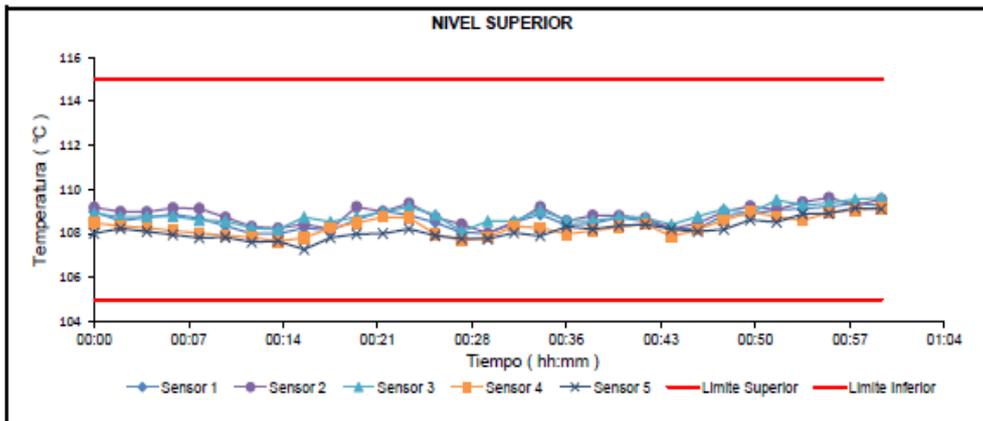
| Tiempo (hh:mm) | Termómetro Homo (°C) | Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C) | | | | | | | | | | T _{prom} ⁽¹⁾ (°C) | T _{max} - T _{min} (°C) |
|------------------------|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|--|
| | | Nivel Superior | | | | | Nivel Inferior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0:00 | 110,0 | 109,0 | 109,2 | 108,9 | 108,5 | 108,0 | 109,2 | 107,2 | 107,2 | 108,5 | 107,9 | 108,4 | 6,7 |
| 0:02 | 110,0 | 108,6 | 109,0 | 108,8 | 108,3 | 108,2 | 109,4 | 107,1 | 107,1 | 108,1 | 108,6 | 108,3 | 6,9 |
| 0:04 | 110,0 | 108,7 | 109,0 | 108,8 | 108,3 | 108,1 | 109,2 | 107,3 | 107,3 | 108,2 | 108,0 | 108,3 | 6,6 |
| 0:06 | 110,0 | 108,9 | 109,2 | 108,8 | 108,1 | 108,0 | 109,1 | 107,3 | 107,3 | 108,6 | 108,3 | 108,3 | 6,4 |
| 0:08 | 110,0 | 108,7 | 109,1 | 108,6 | 108,0 | 107,8 | 109,6 | 107,1 | 107,1 | 108,4 | 107,8 | 108,2 | 7,3 |
| 0:10 | 110,0 | 108,4 | 108,7 | 108,6 | 107,9 | 107,8 | 108,8 | 106,9 | 106,9 | 108,2 | 107,3 | 107,9 | 6,8 |
| 0:12 | 110,0 | 108,0 | 108,3 | 108,3 | 107,8 | 107,6 | 108,6 | 106,6 | 106,6 | 107,8 | 106,5 | 107,6 | 6,8 |
| 0:14 | 110,0 | 108,0 | 108,2 | 108,2 | 107,7 | 107,7 | 108,1 | 106,5 | 106,5 | 107,4 | 107,0 | 107,5 | 6,5 |
| 0:16 | 110,0 | 108,3 | 108,4 | 108,7 | 107,8 | 107,3 | 108,5 | 106,8 | 106,8 | 107,5 | 107,7 | 107,8 | 6,5 |
| 0:18 | 110,0 | 108,1 | 108,2 | 108,5 | 108,3 | 107,8 | 108,2 | 106,8 | 106,8 | 107,5 | 107,6 | 107,8 | 6,1 |
| 0:20 | 110,0 | 108,6 | 109,2 | 108,8 | 108,5 | 108,0 | 108,2 | 107,0 | 107,0 | 107,7 | 108,4 | 108,1 | 5,9 |
| 0:22 | 110,0 | 109,0 | 109,0 | 109,0 | 108,8 | 108,0 | 108,5 | 107,3 | 107,3 | 108,1 | 108,2 | 108,3 | 6,1 |
| 0:24 | 110,0 | 108,8 | 109,4 | 109,2 | 108,7 | 108,2 | 108,2 | 107,3 | 107,3 | 108,2 | 107,8 | 108,3 | 5,9 |
| 0:26 | 110,0 | 108,5 | 108,7 | 108,9 | 108,0 | 107,9 | 108,3 | 107,2 | 107,2 | 107,6 | 108,3 | 108,0 | 6,0 |
| 0:28 | 110,0 | 108,1 | 108,4 | 108,1 | 107,7 | 107,8 | 107,7 | 106,7 | 106,7 | 107,3 | 107,0 | 107,5 | 6,0 |
| 0:30 | 110,0 | 108,0 | 108,0 | 108,6 | 107,8 | 107,8 | 107,9 | 106,6 | 106,6 | 107,1 | 107,4 | 107,6 | 6,1 |
| 0:32 | 110,0 | 108,5 | 108,5 | 108,6 | 108,3 | 108,0 | 108,5 | 107,0 | 107,0 | 107,6 | 107,8 | 108,0 | 6,3 |
| 0:34 | 110,0 | 108,9 | 109,2 | 109,1 | 108,3 | 107,9 | 107,9 | 107,3 | 107,3 | 107,5 | 107,8 | 108,1 | 5,9 |
| 0:36 | 110,0 | 108,4 | 108,6 | 108,6 | 108,0 | 108,3 | 108,7 | 107,0 | 107,0 | 107,7 | 107,8 | 108,0 | 6,6 |
| 0:38 | 110,0 | 108,5 | 108,8 | 108,6 | 108,1 | 108,2 | 108,3 | 107,0 | 107,0 | 107,1 | 107,4 | 107,9 | 6,5 |
| 0:40 | 110,0 | 108,7 | 108,8 | 108,7 | 108,3 | 108,4 | 108,4 | 107,0 | 107,0 | 106,9 | 107,2 | 107,9 | 6,5 |
| 0:42 | 110,0 | 108,6 | 108,7 | 108,7 | 108,4 | 108,4 | 108,7 | 107,2 | 107,2 | 107,1 | 107,5 | 108,0 | 6,5 |
| 0:44 | 110,0 | 108,2 | 108,2 | 108,4 | 107,9 | 108,2 | 108,1 | 106,9 | 106,9 | 107,2 | 106,9 | 107,7 | 6,3 |
| 0:46 | 110,0 | 108,2 | 108,5 | 108,8 | 108,2 | 108,1 | 107,8 | 106,9 | 106,9 | 106,6 | 107,2 | 107,7 | 5,9 |
| 0:48 | 110,0 | 108,8 | 109,0 | 109,1 | 108,6 | 108,2 | 107,7 | 107,1 | 107,1 | 107,0 | 107,9 | 108,1 | 5,7 |
| 0:50 | 110,0 | 108,9 | 109,2 | 108,9 | 109,0 | 108,6 | 108,2 | 107,4 | 107,4 | 107,9 | 108,3 | 108,4 | 5,8 |
| 0:52 | 110,0 | 109,1 | 109,1 | 109,5 | 108,8 | 108,5 | 108,0 | 107,4 | 107,4 | 108,0 | 108,0 | 108,4 | 5,7 |
| 0:54 | 110,0 | 109,1 | 109,4 | 109,3 | 108,6 | 108,9 | 108,1 | 107,5 | 107,5 | 107,5 | 107,6 | 108,3 | 5,8 |
| 0:56 | 110,0 | 109,2 | 109,6 | 109,4 | 109,0 | 108,9 | 108,9 | 107,6 | 107,6 | 107,6 | 108,4 | 108,6 | 6,3 |
| 0:58 | 110,0 | 109,4 | 109,3 | 109,6 | 109,1 | 109,2 | 108,6 | 107,8 | 107,8 | 107,5 | 108,5 | 108,7 | 5,8 |
| 1:00 | 110,0 | 109,3 | 109,6 | 109,6 | 109,2 | 109,1 | 108,3 | 107,8 | 107,8 | 106,6 | 107,9 | 108,5 | 5,6 |
| T. PROM ⁽¹⁾ | 110,0 | 108,6 | 108,9 | 108,8 | 108,3 | 108,2 | 108,5 | 107,1 | 107,1 | 107,6 | 107,7 | | |
| T. MAX ⁽²⁾ | 110,0 | 109,4 | 109,6 | 109,6 | 109,2 | 109,2 | 109,6 | 107,8 | 107,8 | 108,6 | 108,6 | | |
| T. MIN ⁽⁴⁾ | 110,0 | 108,0 | 108,0 | 108,1 | 107,7 | 107,3 | 107,7 | 106,5 | 106,5 | 106,6 | 106,5 | | |
| DTT ⁽³⁾ | 0,0 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 2,0 | 1,3 | 1,3 | 2,1 | 2,0 | | |



RESULTADOS DE MEDICIÓN

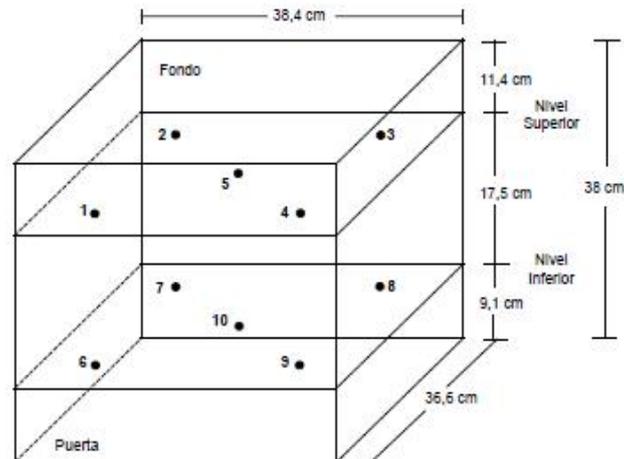
| Parámetro | Valor (°C) | Incertidumbre Expandida (°C) |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 109,6 | 0,6 |
| Mínima Temperatura Medida | 106,5 | 0,4 |
| Desviación Temperatura en el Tiempo | 2,1 | 0,1 |
| Desviación Temperatura en el Espacio | 1,8 | 0,2 |
| Estabilidad Medida (±) | 1,03 | 0,04 |
| Uniformidad Medida | 7,3 | 0,4 |

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 0 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 3,84 cm de las paredes laterales y a 36,6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

[6] Dato proporcionado por el cliente

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada 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

ANEXO 19: Certificado de calibración (EQUIPO DE CORTE DIRECTO)



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1507 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019-04-26

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 284 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : Peru Test S.A.C.
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio de Suelos
Fecha de Calibración : 2019-04-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

| MAGNITUD | INICIAL | FINAL |
|------------------|---------|---------|
| TEMPERATURA | 21,6 °C | 21,6 °C |
| HUMEDAD RELATIVA | 61,0% | 62,0% |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar

Gerente Técnico.

CFP :0316

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.



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: ""ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN APORTICADA INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO AL HORMIGÓN, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, HUAROCHIRI, 2020"" , es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

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

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

| Apellidos y Nombres del Autor | Firma |
|---|---|
| EMILY BERTHA PALOMINO CORDOVA DNI: 74214774 ORCID 0000-0001-9135-3634 | Firmado digitalmente por: EPALOMINOC9 el 29 Jul 2020 16:34:57 |