



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el
Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas
San Juan de Lurigancho, 2022”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Llerena Valle, Bryan (orcid.org/0000-0002-4627-2250)
Sallica Leguia, Liz Katherin (orcid.org/0000-0002-6556-7142)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Rober Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedicamos a nuestros padres quienes nos incentivaron a perseguir nuestros sueños a pesar de las adversidades económicas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a nuestros asesores Mg. Sigüenza Abato, Robert Wilfredo y Dr. Zamora Mondragón, Jesús Elmer por su sabiduría y acompañamiento durante todo el proceso de tesis a su vez agradecemos a nuestros seres queridos que con sus consejos y ánimos pudimos seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización	16
3.3 Población, muestra	18
3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos	21
3.7 Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.....	62
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de cementos.....	10
Tabla 2: Dosificación agua, cemento, agregados y PET.....	21
Tabla 3: Análisis de granulometría de agregados.....	24
Tabla 4: Granulometría de agregados.....	26
Tabla 5: Esfuerzo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido NTP 339-034-11/ASTM C39-07.....	33
Tabla 6: Promedio de esfuerzos en la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido NTP: 339.034-11/ ASTM C39-07.....	35
Tabla 7: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 7 días Norma ASTM C496/C496M – 17	39
Tabla 8: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 14 días Norma ASTM C496/C496M – 17.....	40
Tabla 9: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 28 días Norma ASTM C496/C496M – 17	41
Tabla 10: Promedio de esfuerzos a la tracción por compresión diametral-método brasileiro ASTM C496/C496M-17.....	42
Tabla 11: Resistencia a la flexión del concreto endurecido ASTM C78.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de zonificación sísmica NTE E.030.....	9
Figura 2: Polímero	11
Figura 3: Especificaciones técnicas del polietileno de tereftalato.....	12
Figura 4: Proceso de inyección por soplado.....	13
Figura 5: Flujo para la producción de PET.....	14
Figura 6: Clasificación de diseños cuasi – experimentales.....	17
Figura 7: Propiedades físicas del agregado fino.....	25
Figura 8: Curva Granulométrica.....	25
Figura 9: Propiedades físicas del agregado fino	27
Figura 10: Curva Granulométrica.....	28
Figura 11: Diseño de mezclas patrón para 210kg/cm ²	29
Figura 12: Diseño de mezclas 0.25% de agregado PET para 210kg/cm ²	30
Figura 13: Diseño de mezclas 0.70% de agregado PET para 210kg/cm ²	31
Figura 14: Vaciado y preparación de concreto a las probetas.....	32
Figura 15: Probetas y vigas luego de pasar lo ensayos.....	34
Figura 16: Esfuerzo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 7 días NTP 339.034-11 ASTM C 39-07.....	36
Figura 17: Esfuerzo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 14 días NTP 339.034-11 ASTM C 39-07	37
Figura 18: Esfuerzo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 28 días NTP 339.034-11 ASTM C 39-07.....	38
Figura 19: Esfuerzo a la tracción por compresión diametral – método brasileiro a los 7, 14 y 28 días ASTM C496/C496M-17	43
Figura 20: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 7 y 28 días NTP 339.034-11/ ASTM C39-07	44
Figura 21: Resumen de ensayos de tracción, flexión y compresión a los 28 días.	46
Figura 22: Diseño Sismoestructural en Robot Estructural.....	47
Figura 23: Planos de la vivienda multifamiliar Jr. Retamas – SJL.....	48

Figura 26: Modelado de la estructura en Robot Structural.....	51
Figura 27: Parámetros de diseño para nuestra análisis dinámico y estático..	51
Figura 28: Resultado de nuestro análisis dinámico y estático.....	52
Figura 29: Resultado de la verificación de desplazamientos	53
Figura 30: Resultado de cuantía de acero para columna.....	53
Figura 31: Resultado de cuantía de acero para viga.....	54
Figura 32: Resultado de cuantía de acero para viga.....	55
Figura 33: Resultado de cuantía de acero para columna C-1.....	55
Figura 34: Espectro de aceleraciones	56
Figura 35: Derivas y cortantes en el eje X y el eje Y del modelamiento en ETAPS.....	57
Figura 36: Análisis sísmico y estático del modelamiento en ETAPS.....	58
Figura 37: Distribución de fuerzas laterales dirección XX del modelamiento en ETAPS.....	59
Figura 38: Periodo fundamental y masas participativas del modelamiento en ETAPS.....	60
Figura 39: Modelamiento en ETAPS de edificación de 5 pisos.....	61
Figura 40: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 28 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07.....	63
Figura 41: Resumen de ensayos de Tracción, flexión y compresión a los 28 días.....	64
Figura 42: Diseño de mezclas 0.70% de agregado PET para 210kg/cm2.....	65

RESUMEN

En nuestro proyecto de investigación su principal objetivo; es saber de qué manera la incorporación de tereftalato de polietileno en el concreto influirá en diseño estructural sismorresistente en un edificio multifamiliar, Jr. Retamas, 2022. El tipo de nuestra investigación es aplicado; ya que, se procura entregar una solución al problema planteado en base a la adicción de tereftalato de polietileno en el concreto para mejorar su resistencia sísmica y también a los problemas medioambientales por la falta de uso de botellas de plástico y así poder determinar mediante datos numéricos establecer los resultados, el nivel es explicativa con un diseño cuasiexperimental. Acerca de las pruebas de las probetas con agregado PET, se estableció que fueron 51 probetas y 6 vigas como muestra de estudio. Las muestras fueron elaboradas en el laboratorio para poder evaluar su resistencia tanto la compresión, tracción y flexión con la incorporación del agregado PET triturado pasante en el tamiz N°4 y retenido en el N° 10 y diferentes dosificaciones (0.25% y 0.70%). Para esto se llevó a realizar 51 ensayos de compresión, tracción y 6 ensayos de flexión a los 7, 14 y 28 días con los resultados se realiza el modelamiento estructural sismorresistente y se evalúa su comportamiento realizando análisis dinámicos modelos de vibración.

Palabras clave: Tereftalato de polietileno diseño sismoestructural, Concreto, Influencia

ABSTRACT

In our research project its main objective; it is to know how the incorporation of polyethylene terephthalate in concrete will influence earthquake-resistant structural design in a multi-family building, Jr. Retamas, 2022. The type of our research is applied; since, it seeks to provide a solution to the problem raised based on the addition of polyethylene terephthalate in the concrete to improve its seismic resistance and also to environmental problems due to the lack of use of plastic bottles and thus be able to determine through numerical data establish the results, the level is explanatory with a quasi-experimental design. About the tests of the specimens with PET aggregate, it was established that there were 51 specimens and 6 beams as a study sample. The samples were made in the laboratory to be able to evaluate their resistance to compression, traction and bending with the incorporation of the PET aggregate crushed through sieve No. 4 and retained in sieve No. 10 and different dosages (0.25% and 0.70%). For this, 51 compression, traction and 6 bending tests were carried out at 7, 14 and 28 days. With the results, the seismic-resistant structural modeling is carried out and its behavior is evaluated by performing dynamic analysis of vibration models.

Keywords: Polyethylene terephthalate seismic-structural design, Concrete, Influence.

I. INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de evolución el ser humano busca sobreponerse a otras especies, siendo capaz de desarrollar sus propias herramientas y mejorando su forma de vida, es así que pasó de ser nómada a sedentario de tal manera que pueda asentarse en un determinado lugar con las condiciones necesarias para poder desarrollarse como sociedad, pero esto no se acaba en tal establecimiento que primero fueron cavernas, después chozas. Después de adquirir ciertos conocimientos a partir de su experiencia, empezaron a utilizar el barro; en algunas culturas como las pre incas utilizaron el adobe, la quincha, el tapial o tapia que en algunos sectores del Perú profundo se sigue utilizando como material para bloques, con el afán de seguir mejorando sus construcciones llegaron a descubrir la cal, un material fino provenientes de las rocas (canteras), hasta que desarrollaron el cemento y con ello el concreto armado que se ha venido utilizando hasta la actualidad con gran eficiencia, permitiendo hacer inmensas estructuras como puentes, carreteras, edificios, estadios, represas, que llevan al desarrollo de una sociedad; no obstante, el hombre no se ha quedado con lo ya conseguido en el ámbito de la construcción sino por el contrario, día a día va investigando y proponiendo nuevas alternativas de construcción, procesos constructivos y elementos con una visión de eco desarrollo dentro del marco de la contaminación global, es decir ha ido utilizando material reciclable para poder implementarlo en el sector de la construcción, sin embargo en esta investigación se plantea incorporar el tereftalato de polietileno en el concreto de una edificación multifamiliar.

En el Perú hubo 2 terremotos que dejó muchas pérdidas humanas como materiales, una de ellas sucedió el 28 de octubre de 1746, siendo el peor terremoto que azotó el Perú, de las 3000 casas que componían las 150 manzanas que se encontraban dentro de las murallas de Lima, solo 25 se mantuvieron incólumes; El recordado terremoto del 15 de agosto año 2007 que su epicentro fue Ica con 58,581 hogares destruidos y 13,587 viviendas afectadas llevando así al atraso en crecimiento y desarrollo económico, así mismo en lo social del departamento de Ica-Pisco.

Según datos del censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INE), realizado en el 2017, en el Perú existen 10'102,849 viviendas particulares, registrando un aumento de 2'536,707 viviendas a comparación de los datos del censo realizado en el año 2007, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2.9%; en este contexto de crecimiento urbano nace la necesidad de las

construcciones verticales tanto en zonas rurales como también en zonas urbanas. Se sabe también que el sistema mayormente utilizado para estas construcciones es la albañilería confinada; no obstante, estas construcciones son vulnerables y no son lo suficientemente resistentes en su mayoría a eventos sísmicos a causa de la falta de una asistencia técnica profesional, haciendo de esta manera que los daños y perjuicios asciendan cuantitativamente incluso a ser irreparables con pérdidas humanas que es lo que menos se quiere al diseñar una edificación.

En consecuencia, podemos observar que es de suma importancia los diseños sismorresistentes para poder plasmarlos en el nuestra estructural incorporando también nuevas formas, métodos y materiales que sean reutilizables y que aporten al desarrollo de estructuras sismorresistentes en el Perú y el mundo.

Teniendo en cuenta que el Perú se encuentra situado en el cinturón de fuego del pacífico lo que nos hace propensos a sufrir en cualquier instante movimientos telúricos, según el Instituto Geofísico del Perú uno de gran intensidad que tendrá como epicentro la ciudad de Lima, lo que sería devastador para todo nuestro sistema constructivo teniendo en cuenta la informalidad con la se construyó.

En tal sentido, de acuerdo a esta investigación nos planteamos la siguiente interrogante ¿De qué manera la incorporación del tereftalato de polietileno en el concreto influirá en el diseño estructural sismorresistente de un edificio multifamiliar, Jr. Retamas, 2022?.

La importancia de esta investigación consiste en ofrecer un aditivo opcional para la construcción de edificios que tengan un costo cómodo, liviana y de fácil manejo al momento de la construcción, que sea afable con el medio ambiente y sobre todo que sus características y cualidades contribuyan con el desarrollo y mejoramiento de una estructura sismorresistente. De esta manera se plantea los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto influye en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022?, ¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022?, ¿De qué manera la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022?, ¿De qué manera la resistencia a la compresión tracción y flexión de

concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022?. Se deduce la siguiente hipótesis general de acuerdo al problema general, La incorporación de Tereftalato de Polietileno en el concreto influye significativamente en el diseño estructural sismorresistente en un edificio multifamiliar del Jr. Retamas, 2022. En tal sentido se tiene las siguientes hipótesis específicas; La dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto mejora el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022. La dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022. La resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022. La resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022

Con la finalidad de demostrar la hipótesis general se propone como objetivo general determinar de qué manera la incorporación de tereftalato de polietileno en el concreto influirá en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022 en consecuencia para demostrar las hipótesis específicas se propone los siguientes objetivos específicos; Determinar como la dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto influye en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022; Demostrar como la dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022; Determinar como la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022; Demostrar como la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022

II. MARCO TEÓRICO

Lugo & Torres (2019). Según su investigación los autores tenían como objetivo describir el cómo iba a responder el concreto al momento de incorporar el material PET, en otras palabras si es que se iba a lograr algo positivo y por cuanto cantidad de polímero iba a tener mayor resistencia es; por ello, que en sus 144 muestras se fueron incorporando diferentes porcentajes de estas, utilizando como instrumento, el ensayo de laboratorio de cono de Abrams, cabe mencionar que aparte de estas 144 muestras, se adicionaron 12 muestras más, pero de las cuales no se incorporó el polímero y después de obtener el resultado de estas muestras; se concluyó que las muestras que se encontraban entre los (96 y 110)kg correspondiente a su diseño trabajado resistió a grandes esfuerzos.

Morgan & Wilson (2017), el proposito de esta investigación fue proponer a viviendas de escasos recursos un diseño incorporando polímero reciclado al concreto; ya que, este material es de bajo costo aparte de ser eco amigable, es de tipo explicativo y explorativo; cabe mencionar que esta investigación se trató de conservar sus propiedades iniciales; por ende, su muestreo fue sistemático, los instrumentos que se utilizaron son las entrevistas y el ensayo. Se concluyó que el ensayo al cual se dosifico el 15% de agregado fino si alcanzo la resistencia que se proponía hasta incluyo supero a la muestra sin modificar, y esto se debe a que se incorporó 12.64kg de polímero reciclado.

Para Alesmar, Rendón y Korody (2008), nos menciona en su artículo que tiene como finalidad reconocer inicialmente como es el comportamiento del plástico al ser incorporado como agregado fino en el concreto; esta investigación nos demuestra que a la vez de ser teórica también es práctica, dando como establecido la proporción de cemento y el polímero en el (5, 10 y 15)% por esta razón concluyeron que al conservar la proporción del cemento y variar el de la mezcla de la arena con el polietileno, hizo que la resistencia disminuya, en otras palabras que el resultado sea desfavorable y recomendaron usar estas proporciones solo en los componentes que no tengan una carga portante importantes.

Según Mendoza, C.; Aire, C. y Dávila, P. (2011) en esta investigación, propuso como objetivo especificar el efecto de los filamentos sintéticos que cuentan con una mayor resistencia con respecto a la tensión y la resistencia entre ellas, en la investigación nos mencionan dos tipos: Las que poseen alto bajo módulo de flexibilidad; así como, la unión de fibras sintéticas en el concreto que tienen ventajas fundamentales por lo mismo que posee una propiedad endurecida a la vez flexible, con una resistencia muy alta, por esta cualidad controla las fisuras en el trayecto de su vida optima de la estructura y otorga un incremento en la resistencia a la fatiga. Por otro lado, en el marco de la innovación, en las últimas décadas se han elaborado múltiples investigaciones para determinar las particularidades del concreto habiendo incorporado material PET, en los ensayos se fueron utilizando un porcentaje de entre el 0.1% hasta el 10% del volumen con relación agua y cemento, tratando de llegar a encontrar un porcentaje favorable para el estudio, lo cual lo encontraron el porcentaje de 0.5.

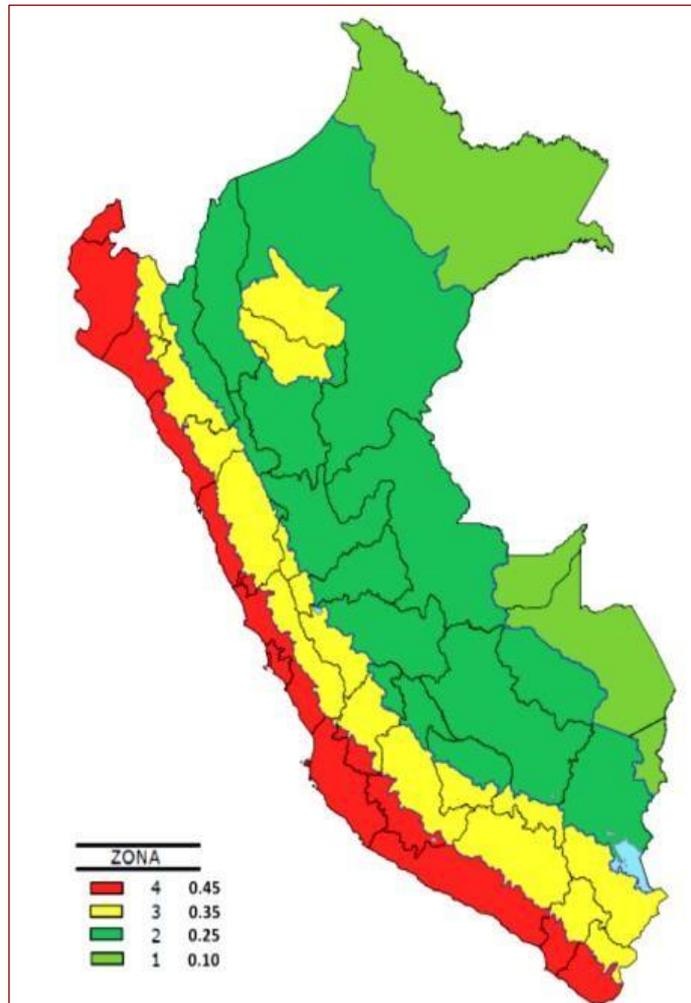
En consecuencia, podemos decir que el polietileno ayuda a que el concreto tenga mejor resistencia y disminuya las fisuras; es decir, tiene una mejora cuantitativa en cada una de las propiedades físicas de los elementos estructurales.

Rodríguez (2019), en su proyecto, quiso determinar que provoca el polietileno de alta consistencia al incorporarlo en el agregado grueso del concreto”, para ello empleo la metodología aplicada de nivel descriptivo y correlacional, la población fue formada por 48 testigos de concreto, su muestreo es no probabilístico, 8 testigos de concreto por cada dosificación, manteniendo 24, de los cuales se realizó el análisis, los instrumentos fueron fichas e instrumentos de laboratorio. Se dedujo que los resultados obtenidos de resistencia a la compresión, en la primera dosificación en la cual se utilizó el 5% de plástico de alta consistencia, si llego a la resistencia que se deseaba, por ello al llegar a los 28 días, el resultado de resistencia fue 222.2 kg/cm², por lo tanto, en la segunda ni tercera dosificación de 10% y 15% no llego a la resistencia de 210kg/cm².

Saldaña (2019). Su objetivo es determinar el rendimiento sísmico de la edificación indispensable del departamento de emergencias del hospital provincial de Ica, el tipo es aplicada, el nivel descriptivo, su población son los hospitales que se encuentran en la región de Ica. La muestra es el Hospital provincial de Ica. Instrumento son las tablas de validez y confiabilidad. En conclusión, teniendo en cuenta los resultados en el análisis, son más de diez elementos que presentarían fallas ante un evento sísmico. De acuerdo a la norma E.030 modificadorio 002-2014 del RNE, esta muestra que se tomó del hospital no cumple con los estándares de vibración y esto causa que la respuesta sea negativa en la estructura de la edificación.

Navarro (2020), nos menciona que el propósito de la investigación es determinar la intervención del diseño y análisis sismorresistente del edificio incorporando el 50% del agregado con material reciclado en el 4° Sector de Carabayllo en el 2020, es de tipo aplicada, la población son los edificios que tengas algunas características similares a la edificación seleccionada para el análisis en el 4° Sector de Carabayllo, la muestra fue no probabilístico, como referencia se juntó información de 18 edificaciones, los elementos a utilizar fue la ficha de captura de datos. En conclusión, se comprobó que al incorporar en el 50 % el polietileno y empleando la dosificación de acuerdo a ACI, se pudo obtener un resultado óptimo a parte que se disminuyó el costo de la resistencia a la compresión, es decir por cada 1m³ se ahorró un aproximado de 3.29 soles por lo que hace que este material sea más económico, rentable y eco amigable.

Figura 1: Mapa de zonificación sísmica del Perú NTE E.030.



Fuente: (Norma E.030 Diseño Sismorresistente).

Según la norma técnica peruana es indispensable conocer la zonificación del área donde se pretende construir el predio, ya que en base a ello se puede realizar un buen diseño sísmico.

Según Bellido, F. (2019). Parte de su investigación define al cemento portland como una mezcla de minerales, las cuales podemos encontrar como arcilla; no obstante, sugiere mejorar sus propiedades con otros productos como el óxido de hierro, esta mezcla se utiliza para fraguar y al tener contacto con el agua y ser mezclado con agregados procede a endurecer después de minutos y este proceso de le llama hormigón. (p.14).

El cemento que se utiliza en la preparación de morteros debe seguir la siguiente norma establecida por ASTM C-150 que es la especificación estándar para el cemento Portland, esto lo veremos en la siguiente tabla.

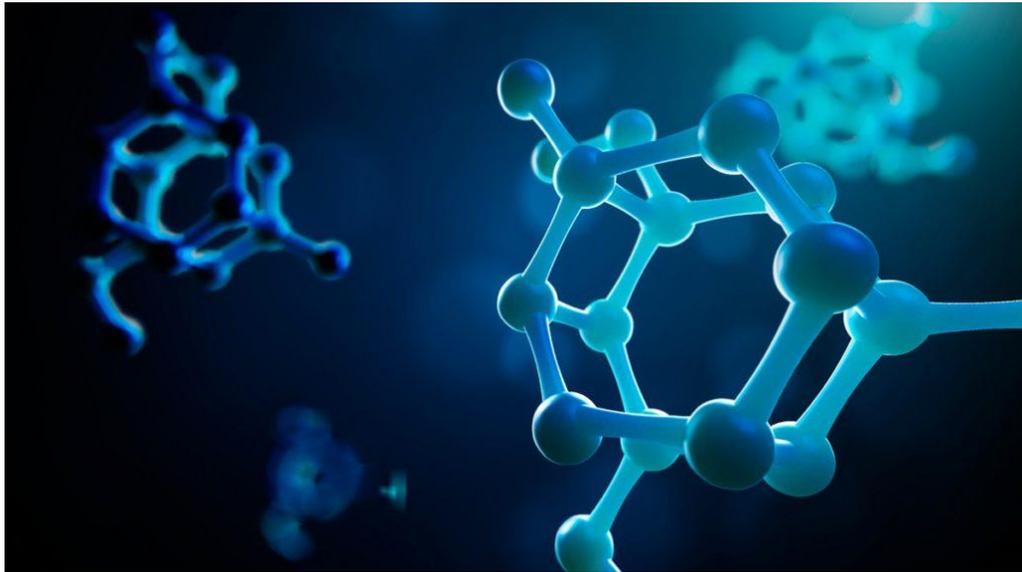
Tabla 1: Tipos de cemento.

TIPO I	Obras en general.
TIPO II	Obras expuestas a la acción de los sulfatos y las que requieran calor de hidratación.
TIPO III	Desarrolla altas resistencias iniciales.
TIPO IV	Desarrolla bajo calor de hidratación.
TIPO V	Ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

Fuente: Cemex.com.pe

En la investigación de Piñero y Herrera (2018) nos indica la definición de PET, en lo cual, que si podríamos verlo, lo asemejaríamos a una cadena con muchas monedas que llevan el nombre en conjunto, de polímero; sin embargo, si solo estarían las moléculas que tienen una similitud con las monedas, se llamaría monómeros. Mayormente las encontramos desordenadas o amorfas y muchas otras formando figuras geométricas y en este caso se llamarán semicristalinos. Su uso es viable; ya que, gracias a sus propiedades es una buena opción para incorporar en el concreto. (p.21).

Figura 2: Polímero.



Fuente: Liferder (Universidad de Sevilla).

De acuerdo a la investigado por Bolaños J. (2019), nos menciona que por la razón de que el Perú reglamentara casi en la última instancia el reciclado de PET, al año solo el 35% del total de plástico es recolectado y reutilizado, pero si se recolectara más plástico haría que se ahorre mayor energía y petróleo. (p.35).

Según Echeverría, E. (2017). En su investigación resalta las propiedades que un polietileno de tereftalato posee, principalmente su resistencia; ya sea, en sus propiedades químicas como térmicas, como una de sus tantas características que se menciona es que no se desgasta fácilmente porque es un polietileno que tiene un alto índice de soporte, a pesar de esto es ligero y se puede reutilizar; por ello, hace que sea más accesible y trabajable, porque al incorporarse con cualquier otro material hace que este último aumente su resistencia. (p.8).

Figura 3: Especificaciones técnicas del polietileno de tereftalato.

DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFTALATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso específico	134	g/cm ³
Resistencia a la tracción	825	kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	28550	kg/cm ²
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm por °C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantienen la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

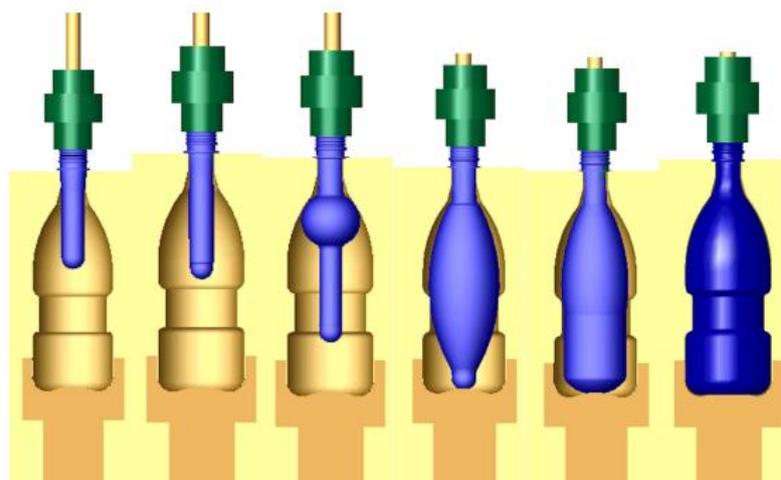
Fuente: Recuperado de Plásticos Mecanizables, 2017.

Según la tabla se puede conocer las propiedades y características de este material, ya que es un material altamente resistente y así mismo es un buen conductor térmico.

Según Caballero y Flores (2016), al elaborar el concreto solo se debe cambiar con PET los agregados granulares y que se debe reciclar tomando en cuenta que los envases estén limpios por dentro, para que ninguna otra propiedad que no sean los componentes del mismo envase puedan alterar nuestro ensayo; no obstante, nos sugiere utilizar botellas de 500ml para que sea más fácil de transportar, respecto al triturado de estos envases se añadirá en la mitad de la elaboración de la mezcla como un poco antes de finalizar el procedimiento, lo se debe agregar de forma equitativa con el cemento pero siempre observando si se puede trabajar fácilmente con dicha mezcla, si no es así, se seguirá agregando proporcionalmente hasta que nuestra mezcla sea óptima, luego se recogerá esta muestra para su respectivo curado. (p.19).

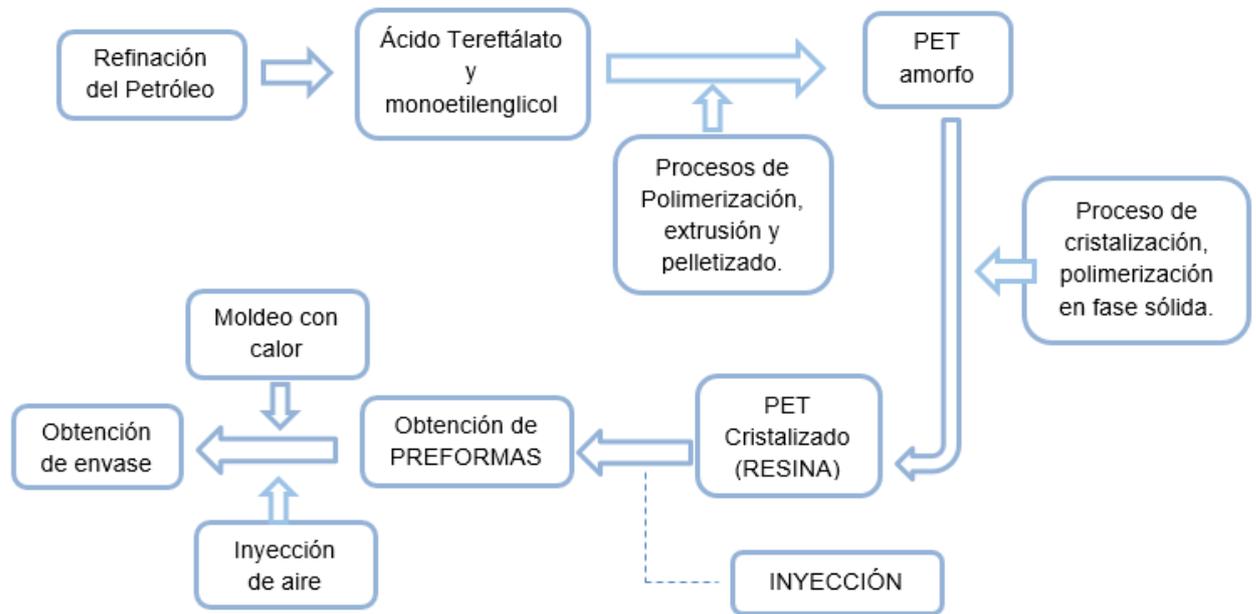
En su investigación de Olivera, F. (2016). El proceso de elaboración de un PET, empieza desde la obtención de la resina, seguidamente el derretir la misma luego lo someten a una maquina la cual hará presión y de esta forma se elabora en primera instancia la boca del plástico, se procede a dar forma gracias a un molde ala restante materia, la cual se estira y por último se infla, llegando así a la forma ideal. (p.3).

Figura 4. Proceso de inyección por soplado.



Fuente: Tesis de Campos M. (2017).

Figura 5: Flujo para la producción de PET.



Fuente: Tesis de Campos M. (2017).

según lo mostrado en el organigrama se puede visualizar como es el proceso de obtención del tereftalato de polietileno para que pueda ser empleado.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

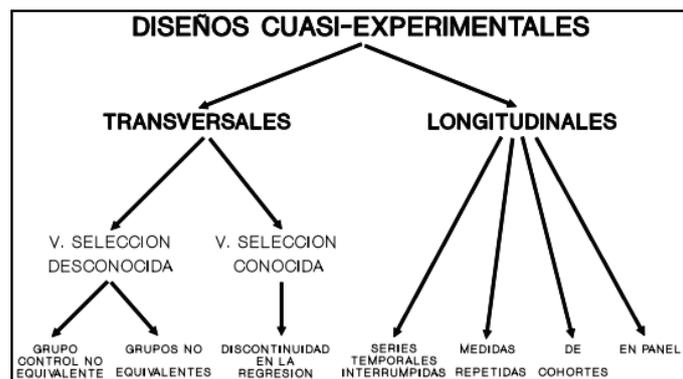
3.1.1 Tipo de Investigación: Para Tacillo (2016), una investigación aplicada busca una solución de forma práctica y teórica y gracias a que se recopila información de estos dos tipos se puede entregar una investigación más sólida. (p. 88). Con lo ya mencionado, nuestra tesis optara por ser de tipo aplicada para dar una mayor efectividad con nuestra investigación y cuantitativo.

3.1.2 Diseño de Investigación: Para Hernández, Fernández y Baptista. (2014), un diseño Cuasiexperimental solo se distingue del diseño experimental puro por el nivel de certeza con los que se inician los grupos, en otras palabras, estos no son escogidos al azar, sino que los grupos ya son definidos antes de empezar el experimento. (p. 148); esto quiere decir, nuestra investigación será de diseño cuasi experimental; dado que, se cuenta con un grupo reducido de población. Nuestra muestra será una sin alterar y otras alteradas ya que utilizaremos las fibras de polietileno en el concreto, así podremos observar la alteración en sus propiedades físicas finales de los testigos de concreto con PET agregado.

Para Bono, R. (2012), un diseño cuasiexperimental tiene dos composiciones que se diferencian por el periodo del tiempo, por un lado la transversal y por el otro la longitudinal; las cuales también tiene sus divisiones, la transversal es la comparación de datos obtenidos de los grupos ya seleccionados y los cuales ya son conocidos, y se dan en un tiempo establecido y estos a su vez se vuelve a dividir en dos partes que son la variable de la selección conocida, como de la selección desconocida; y en lo que es longitudinal este estudia los cambios o la evolución de las variables por tiempo prolongado. (p.16).

Nuestra investigación es de corte transversal porque analiza los datos de los edificios de nueve pisos ubicados en el Jr. Retamas San Juan de Lurigancho luego se procederá a diseñar la estructura sismorresistente en los programas ETAPS y Robot estructural con los datos obtenidos de nuestros ensayos en laboratorio.

Figura 6: Clasificación de diseños cuasi – experimentales.



Fuente: Sistema de clasificación de los diseños de investigación (2013).

Para Hernández, Fernández y Baptista. (2014), un estudio correlacional tiene como finalidad entender el comportamiento de una o más variables que se desea conocer, y del cómo influye los resultados de una variable a la otra; ya que, al modificar una, altera a la otra y viceversa por ello la correlación puede ser positiva siempre y cuando las dos variables tienden a tener altos valores y también pueden ser negativas y se da cuando una de las variables tiene alto valor pero la otra variable tiende a valores mucho más bajos (p.93).; es por ello que este estudio evalúa la relación entre las dos variables.

3.2 Variables y operacionales

Según Rivas (2016). Las Variables están relacionadas a unidades específicas como tiempo, cantidad, consumibles, etc. Y pueden tener categorías o valores numéricos (pág. 3).

Variable 1: Tereftalato de Polietileno

Variable 2: Diseño sismo resistente

Definición Conceptual

El Tereftalato de Polietileno conocido como polímero termoplástico, derivado de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftalato. Incluida en la rama de los poliésteres, también de forma amorfo parcialmente cristalizado esto depende de la velocidad de pérdida de calor luego del conformado (Elías & Jurado, 2012)

El diseño estructural es un proceso de un método que comienza en el planteamiento de las metas. En el diseño estructural hay restricciones a tener presentes por eso es adecuado optimizar con cierto juicio, así como el peso o precio ínfimo, pero al conseguir un resultado óptimo, el cual no es fácil de obtener, por ese motivo su intención es perfeccionarse asimismo y encontrar todas las respuestas factibles, ya que es adecuado considerar que no hay resultados únicos sino sensatas (Oviedo Sarmiento, 2016).

Definición Operacional

La incorporación del triturado de tereftalato de polietileno al concreto será a razón del peso de cemento como un aditivo al 0.25% y al 0.70%

3.3 Población, muestra

3.3.1 Población: En esta investigación se tomara como población un edificio multifamiliar ubicado en el JR Retamas San Juan De Lurigancho.

3.3.2 Muestra: se considera como muestra un edificio multifamiliar ubicado en el JR Retamas San Juan De Lurigancho

3.3.3 Muestreo: El muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia tomando una cantidad necesaria para los ensayos del proyecto

3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

Señala Hernández et al (2018), las técnicas son los conjuntos de herramientas en donde se inserta el método, se especifica procedimientos y actividades que permiten al investigador recolectar los datos requeridos para contestar a su interrogante de investigación (pág. 52).

Para establecer los resultados de la Influencia del Tereftalato de Polietileno en concreto para el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de una forma ideal, se comprobará que los instrumentos del laboratorio tengan un certificado de calibración. Se empleará la técnica de la inspección y posteriormente se analizará y así poder constatar los cambios que se puedan dar en todo el transcurso de los ensayos correspondientes.

Señala Hernández et al (2018), Un instrumento de medición adecuado es aquello que anota los datos y/o información observable que representa adecuadamente las ideas que el investigador (pág. 199).

Para la recopilación de datos los instrumentos serán las fichas técnicas de laboratorio, para tener una lista de los resultados que puedan obtenerse en cada ensayo, se va emplear programas como Excel y Word para así tener un manejo adecuado de los datos; se usara las fotografía como medio probatorio de haber realizado el estudio de suelos y se utilizara como obtención de datos registrados.

De acuerdo a lo señalado por Hernández et al (2018), “La confiabilidad es conocida como la escala que hace referencia a la medición del instrumento. Sin embargo, este podría ser también una escala de error dado que se puede aplicarse en diversas ocasiones, así como también en diferentes condiciones.” A medida que se toma la validez en un término general, ya que esta se basa en el grado en que un instrumento realmente mide (pág. 346).

Para conocer la viabilidad y confiabilidad de esta investigación se procede a realizar los ensayos bajo parámetros del ASTM, ACI con la finalidad de proporcionar la calidad de estos en el laboratorio, por lo que se menciona los siguientes: American Concrete Institute. ACI 318-08: Requisitos De Reglamento Para Concreto Estructural y Comentario, American Standard for Testing and Materials. ASTM C 1231-10a: Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders, American Standard for Testing and Materials. ASTM C 172-10: Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete, American Standard for Testing and Materials. ASTM C 31-10: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field, American Standard for Testing and Materials. ASTM C 39- 10: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

3.5 Procedimientos

Para esta investigación se tuvo como propósito general Determinar de qué manera la incorporación del tereftalato de polietileno en el concreto influirá en diseño sismoestructural por lo que se menciona ciertas etapas para la obtención de la muestra de testigos con y sin agregado de tereftalato de polietileno, para más adelante llevarlo al laboratorio y realizar los respectivos ensayos en base a las normas N.T.P, A.S.T.M. Y A.C.I.

De los datos obtenidos se tomó el mejor resultado para poder realizar el modelado estructural sismorresistente en Robot estructural y ETAPS, y se compara con el modelo Patrón

Paso 1. Selección del agregado PET, los cuales fueron botellas plásticas sin ningún residuo orgánico.

Paso 2. Se lavó las botellas con agua para no alterar sus propiedades.

Paso 3. Se triturarán las botellas plásticas a un tamaño aproximado de 2 a 3mm de radio.

Paso 4. Se agregará con la siguiente dosificación para 18 probetas de 4x8 en cada ensayo y 6 vigas de 15x15x50.

Tabla 2: Dosificación agua, cemento, agregado y PET

MEZCLA	AGUA (lt)	CEMENTO(Kg)	AGREGADO GRUESO(Kg)	AGREGADO FINO(Kg)	PET(g)
REF	6,7	9,3	26,5	22,3	0
PET-0,25%	6,7	9,3	26,5	22,3	25,6
PET-0,70%	6,7	9,3	26,5	22,3	71,8

Fuente: Elaboración propia

1.1 Método de análisis de datos

Nuestra investigación es cuasiexperimental, esto quiere decir que es un trabajo basado en el análisis y diagnóstico de datos que se van obteniendo antes y durante los ensayos, se debe contar con instrumentos o maquinarias certificadas y calibradas para evitar algún dato erróneo en los datos y afianzar nuestra investigación, es por ello que todos los datos obtenidos se le hará un seguimiento por una persona con la debida experiencia en los ensayos aplicados, y estos a su vez se interpretaran mediante tablas y gráficos empleando el programa Excel.

3.7 Aspectos éticos

Nuestra investigación fue ejecutado por medio de fuentes veraces, como tesis, normas, artículos científicos, todo lo relacionado con el estudio del diseño sismorresistente de un edificio, así como la incorporación de polietileno de tereftalato al concreto; tanto con nacionales como internacionales, los cuales van acompañados de sus de sus citas y autores que los han citado por los últimos cinco años, cumpliendo con las normas APA, de igual forma los ensayos del laboratorio cuentan con certificación para que brinde credibilidad de que no ha sido alterado dicho ensayo.

IV.- RESULTADOS

Planteamiento experimental de programa

En este proyecto se evaluó la influencia del tereftalato de polietileno triturado en el concreto para el diseño sismoestructural, se realizó la aplicación de 0.25% y 0.70% de PET como aditivo y se realizó los ensayos a compresión tracción y flexión para determinar si mejora sus propiedades físicas y con ello mejorar el diseño sismoestructural. Es importante recalcar que el uso de Tereftalato de polietileno en la construcción de concreto es una gran alternativa para disminuir la contaminación ambiental y mejorar nuestros diseños sismoestructurales.

Propiedades del aditivo PET y muestras utilizadas durante los ensayos:

Tereftalato de polietileno: fue adquirido mediante la recolección manual de botellas de agua de 625ml lo cual fue triturado manualmente de un radio aproximado de 2 a 3 mm.

Ensayos

Para demostrar los objetivos se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Análisis Granulométrico del agregado fino y grueso (**HUSO NTP “400,037”**) (**HUSO NTP “67”**). Contenido de humedad (**ASTM C566, NTP 339.185**)

Gravedad específica y absorción del agregado fino (**NORMA ASTM C-128 – NTP 400.022 – MTC E-205**)

Gravedad específica y absorción del agregado grueso (**NORMA ASTM C-127 – NTP 400.021 – MTC E-206**)

Peso unitario del agregado fino y grueso (**NORMA ASTM C-29 – MTC E-203**) (**NTP 400.017**)

Método normalizado para la determinación del esfuerzo a la compresión de testigos cilíndricos de concreto (**NTP 339.034-11 / AST C39-07**)

Método de prueba estándar para la determinación del esfuerzo a la tracción por compresión diametral norma (**ASTM C-496, C-496M-17**)

Método de prueba estándar para la determinación del módulo de rotura del hormigón (**NORMA ASTN C-78**)

Ensayos Granulométricos

Resultados de los ensayos granulométricos de los agregados

En las tablas se apreció el análisis granulométrico del agregado fino así mismo se aprecia que la curva granulométrica, lo cual está dentro de los estándares requeridos en la NTP HUSO "400,037" siendo un agregado óptimo para la elaboración del concreto en estudio

Tabla 3: Análisis de Granulometría de agregados

AGREGADO GRUESO procedente de la cantera Jicamarca Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.						
A) ANALISIS GRANULOMETRICO			P. Total (gr)	386,8		
TAMIZ	gr.	%	% RET.	%	% PASA	% PASA
(Pulg.)	(mm)	Pesos	RET.	ACUM.	PASA	HUSO
						NTP
						"400.037"
1"	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5					
3/8"	9,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
N°4	4,75	15,2	3,9	3,9	96,1	95 - 100
N°8	2,38	53,2	13,8	17,7	82,3	80 - 100
N°16	1,19	96,4	24,9	42,6	57,4	50 - 85
N°30	0,6	83,9	21,7	64,3	35,7	25 - 60
N°50	0,3	61,9	16,0	80,3	19,7	5 - 30
N°100	0,15	48,0	12,4	92,7	7,3	0 - 10
FONDO		28,2	7,3	100,0	0,0	0 - 0

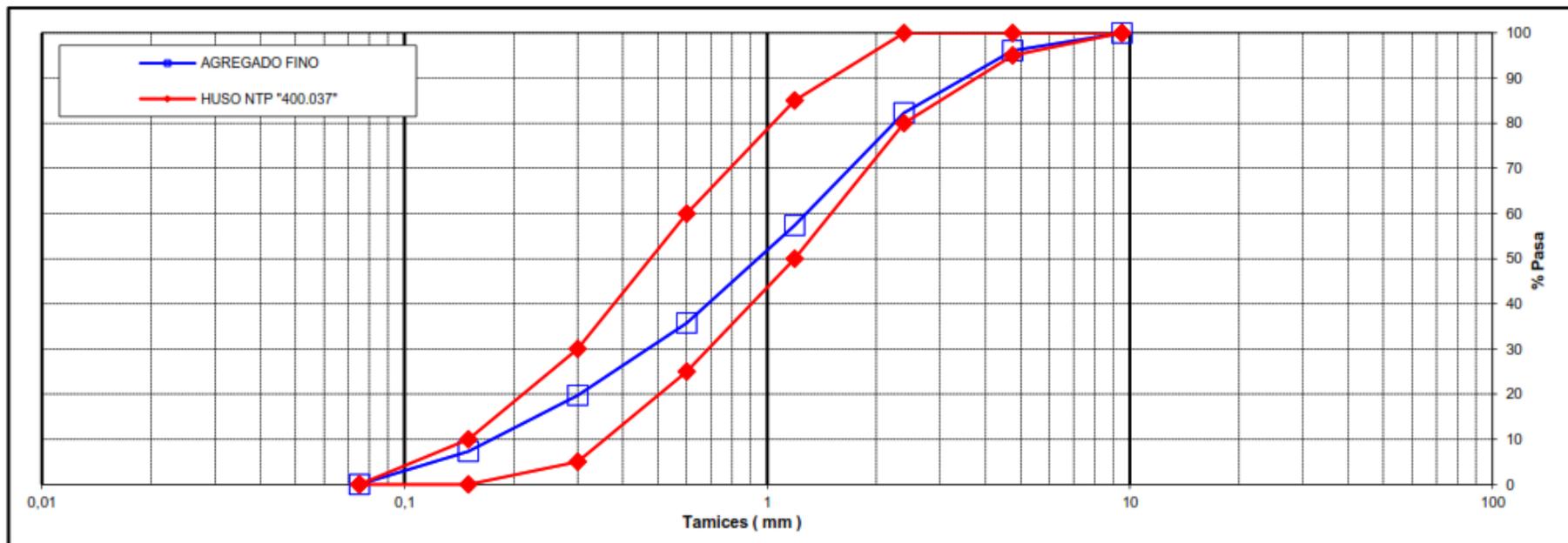
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Propiedades físicas del agregado fino

Módulo de Fineza	3,02
Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	1.614
Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)	1.841
Peso Específico	2,55
Contenido de Humedad (%)	1,01
Porcentaje de Absorción (%)	2,84

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 3 se apreció el análisis granulométrico de la piedra chancada y en la figura número 9 se aprecia que la curva granulométrica está dentro de los estándares requeridos en la NTP HUSO "67" siendo un agregado grueso óptimo para la elaboración del concreto en estudio.

Tabla 4: Granulometría de agregados

PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera GLORIA						
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.						
ANALISIS GRANULOMETRICO		P. Total (gr)	10848			
TAMIZ		gr.	%	% RET.	%	% PASA
(Pulg)	(mm)	PESOS	RET.	ACUM.	PASA	HUSO 67
2 1/2"	63					
2"	50					
1 1/2"	37,5		0,0	0,0	100,0	100 - 100
1"	25	0	0,0	0,0	100,0	100 - 100
3/4"	19	856	7,9	7,9	92,1	90 - 100
1/2"	12,5	2052	18,9	26,8	73,2	60 - 75
3/8"	9,5	2527	23,3	50,1	49,9	20 - 55
N°4	4,75	4696	43,3	93,4	6,6	0 - 10
N°8	2,38	717,0	6,6	100,0	0,0	0 - 5
N°16	1,19					-
FONDO						

Fuente: Elaboración propia

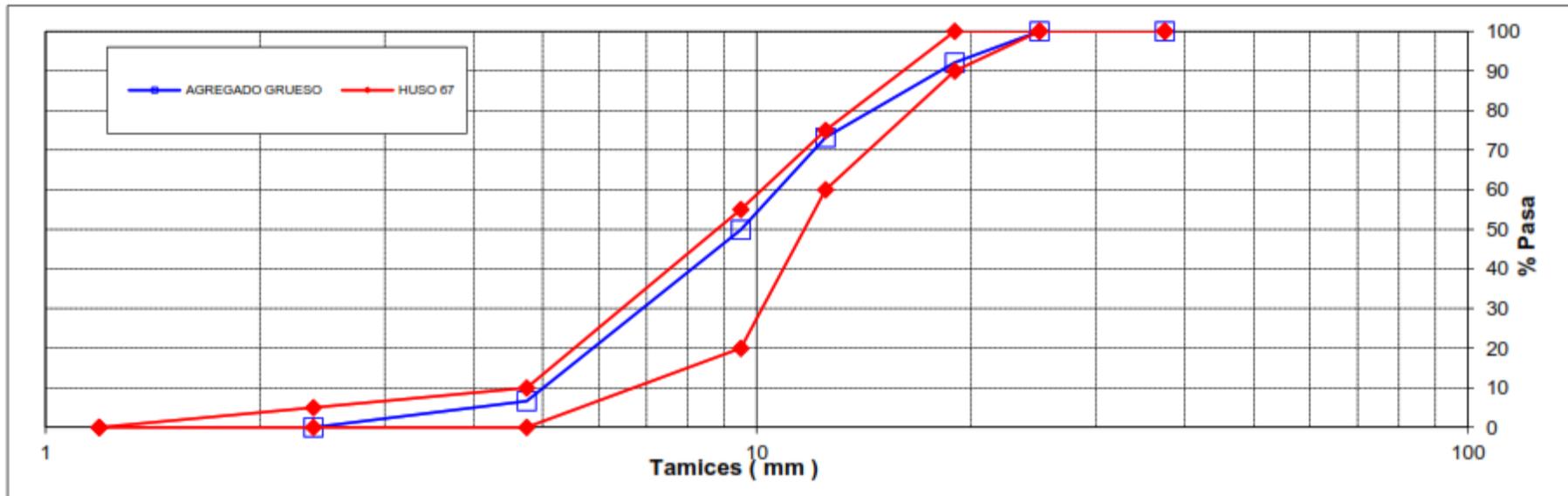
Figura 9: Propiedades físicas del agregado grueso

Tamaño Nominal Máximo	3/4"
Módulo de Fineza	6,51
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1.622
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1.480
Peso Especifico	2,71
Contenido de Humedad (%)	0,20
Porcentaje de Absorción (%)	1,16

Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado en la figura 9 se puede visualizar las propiedades físicas del agregado grueso lo cual nos permite conocer los siguientes datos, como es el caso del módulo de fineza, su peso unitario suelto y compacto así mismo su peso específico, el porcentaje de absorción. Estos datos son necesarios para conocer el material que se va a emplear en dicha investigación.

Figura 10: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

La curva granulométrica del suelo es la representación de los datos en un gráfico de todos los resultados obtenidos al realizar el ensayo granulométrico según el tipo de suelo que se obtuvo al realizar el ensayo de granulometría.

En la figura 11: Se procedió a realizar el cálculo de la cantidad de materiales a utilizar para 1 m³ de concreto con una resistencia de 210 kg/cm² para nuestro diseño patrón.

Figura 11: Diseño de mezclas patrón para 210kg/cm²

MUESTRA PATRON	
CARACTERISTICAS GENERALES	
Denominación	f'c=210 Kg/cm ²
Asentamiento	3"-4"
Relación a/c de diseño	0,56
Relación a/c de obra	0,63
Proporciones de diseño	1.0: 2.23: 2.67
Proporciones de obra	1.0: 2.25: 2.67
CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
Cemento	357 kg.
Arena	803 kg.
Piedra	955 kg.
Agua	224 lt.
Densidad	2339 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, se realizó el diseño de concreto en base al diseño patrón para 1 m³ de concreto con un 0.25% de aditivo de tereftalato de polietileno.

Figura 12: Diseño de mezclas 0.25% de agregado PET para 210kg/cm²

MUESTRA 0.25% DE PEET	
CARACTERISTICAS GENERALES	
Denominación	f'c=210 Kg/cm ²
Asentamiento	3"-4"
Relación a/c de diseño	0,56
Relación a/c de obra	0,62
Proporciones de diseño	1.0: 2.16: 2.59
Proporciones de obra	1.0: 2.18: 2.60
Aditivo tereftalato de Polietileno	106.5 gr por bolsa de cemento
CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
Cemento	364 Kg.
Arena	795 Kg.
Piedra	946 kg.
Agua	227 lt.
Densidad	2334 kg/m ³
Aditivo tereftalato de Polietileno	0.91 Kg

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la figura 13, que se realizó el diseño de concreto en base al diseño patrón para 1 m³ de concreto con un 0.70% de aditivo de tereftalato de polietileno.

Figura 13: Diseño de mezclas 0.70% de agregado PET para 210kg/cm²

MUESTRA 0.70% DE PEET	
CARACTERISTICAS	
GENERALES	
Denominación	f'c=210 Kg/cm ²
Asentamiento	3"-4"
Relación a/c de diseño	0,56
Relación a/c de obra	0,62
Proporciones de diseño	1.0: 2.12: 2.53
Proporciones de obra	1.0: 2.14: 2.54
Aditivo tereftalato de Polietileno	297.50 gr por bolsa de cemento
CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
Cemento	366 kg.
Arena	794 kg.
Piedra	943 kg.
Agua	228 lt.
Densidad	2334 kg/m ³
Aditivo tereftalato de Polietileno	2.56 Kg

Fuente: Elaboración propia

Con la base de datos calculados con respecto a los materiales se procede a realizar a preparar los materiales para las probetas de concreto como se aprecia en las imágenes 9 y 10.

Figura 14: Vaciado y preparación de concreto para las probetas y vigas



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se aprecia la recolección de datos antes de la ruptura de las probetas, área, diámetro y fecha de rotura, y después del ensayo se obtiene el esfuerzo a compresión soportado por cada probeta a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

Tabla 5: ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO NTP 339.034-11 /ASTM C39-07

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	MÁXIMA KN	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	TIPO FALLA
Patrón (0%)	14/05/2022	7	101,9	133,27	81,55	167	2
Patrón (0%)	14/05/2022	7	99,2	128,42	77,29	169	2
Patrón (0%)	14/05/2022	7	99,4	147,16	77,52	194	2
0.25% PET	14/05/2022	7	101,0	146,60	80,04	187	3
0.25% PET	14/05/2022	7	102,4	141,60	82,35	175	2
0.25% PET	14/05/2022	7	102,0	141,57	81,71	177	2
0.70% PET	14/05/2022	7	101,1	144,27	80,20	183	2
0.70% PET	14/05/2022	7	101,4	143,63	80,67	181	2
0.70% PET	14/05/2022	7	100,0	151,15	78,46	196	2
Patrón (0%)	14/05/2022	14	101,8	153,19	81,39	192	4
Patrón (0%)	14/05/2022	14	100,0	152,77	78,54	198	4
Patrón (0%)	14/05/2022	14	102,3	153,02	82,11	190	4
0.25% PET	14/05/2022	14	101,2	160,30	80,36	203	1
0.25% PET	14/05/2022	14	100,0	152,00	78,46	197	2
0.25% PET	14/05/2022	14	102,0	153,45	81,63	192	1
0.70% PET	14/05/2022	14	101,8	163,66	81,31	205	1
0.70% PET	14/05/2022	14	102,2	156,66	82,03	195	1
0.70% PET	14/05/2022	14	99,7	158,60	77,99	207	2
Patrón (0%)	14/05/2022	28	101,2	176,77	80,44	224	2
Patrón (0%)	14/05/2022	28	101,1	195,34	80,20	248	2
Patrón (0%)	14/05/2022	28	101,7	163,87	81,15	206	2
0.25% PET	14/05/2022	28	101,2	191,84	80,36	243	2
0.25% PET	14/05/2022	28	101,0	172,17	80,12	219	1
0.25% PET	14/05/2022	28	101,2	184,70	80,36	234	2
0.70% PET	14/05/2022	28	100,9	194,10	79,88	248	2
0.70% PET	14/05/2022	28	100,9	211,56	79,96	270	2
0.70% PET	14/05/2022	28	101,1	205,35	80,28	261	2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se muestra la recolección de datos después de la ruptura de las probetas, tipo de falla y carga máxima soportada.

Figura 15: Probetas y vigas luego de pasar los ensayos



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los datos obtenidos se procedió a sacar el promedio del esfuerzo máximo a compresión debido a que se realizó 3 pruebas en cada diseño y etapa de los ensayos los resultados se aprecian en la tabla 6.

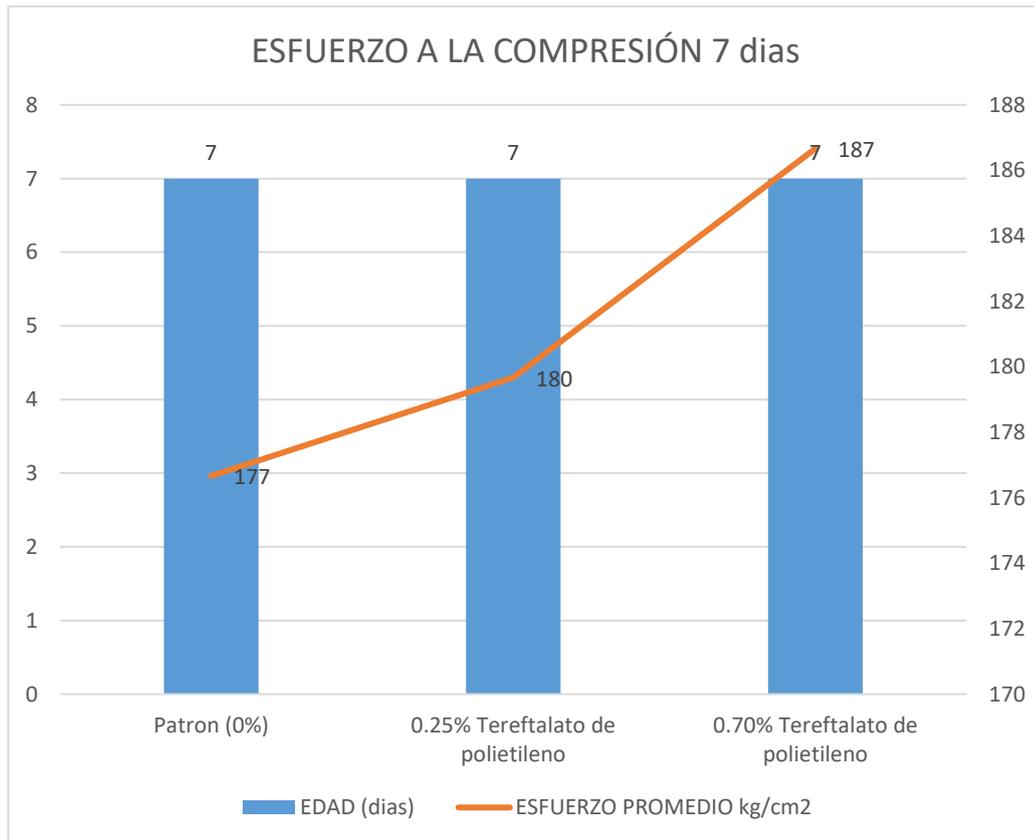
Tabla 6: Promedio de esfuerzos a compresión de los testigos cilíndricos del concreto endurecido NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD (días)	ESFUERZO PROMEDIO kg/cm2
Patrón (0%)	7	177
0.25% Tereftalato de polietileno	7	180
0.70% Tereftalato de polietileno	7	187
Patrón (0%)	14	193
0.25% Tereftalato de polietileno	14	197
0.70% Tereftalato de polietileno	14	202
Patrón (0%)	28	226
0.25% Tereftalato de polietileno	28	232
0.70% Tereftalato de polietileno	28	260

Fuente: Elaboración propia

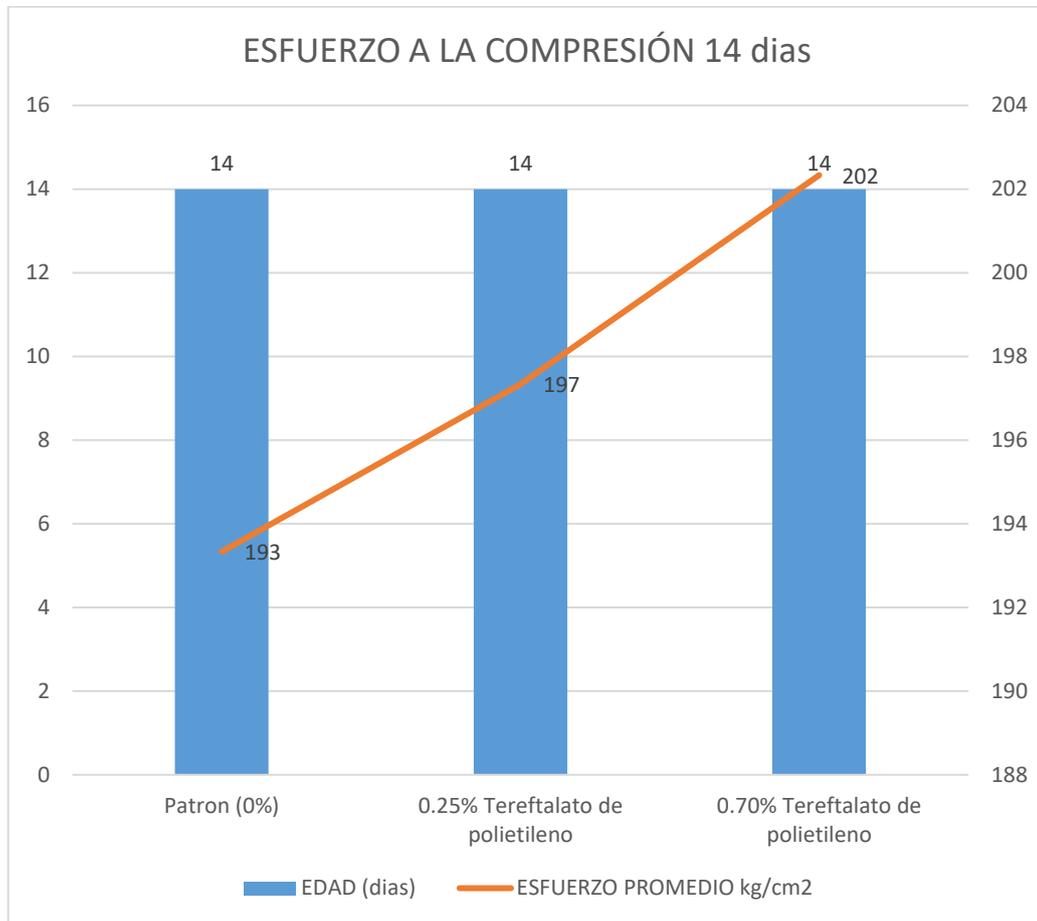
Se procedió a evaluar en las tres etapas los esfuerzos máximos obtenidos, y se apreció que en las tres etapas al agregar 0.70% de tereftalato de polietileno como aditivo se obtuvo los mejores resultados en el esfuerzo a compresión superando el diseño patrón como se aprecia en las siguientes figuras.

Figura 16: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 7 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07



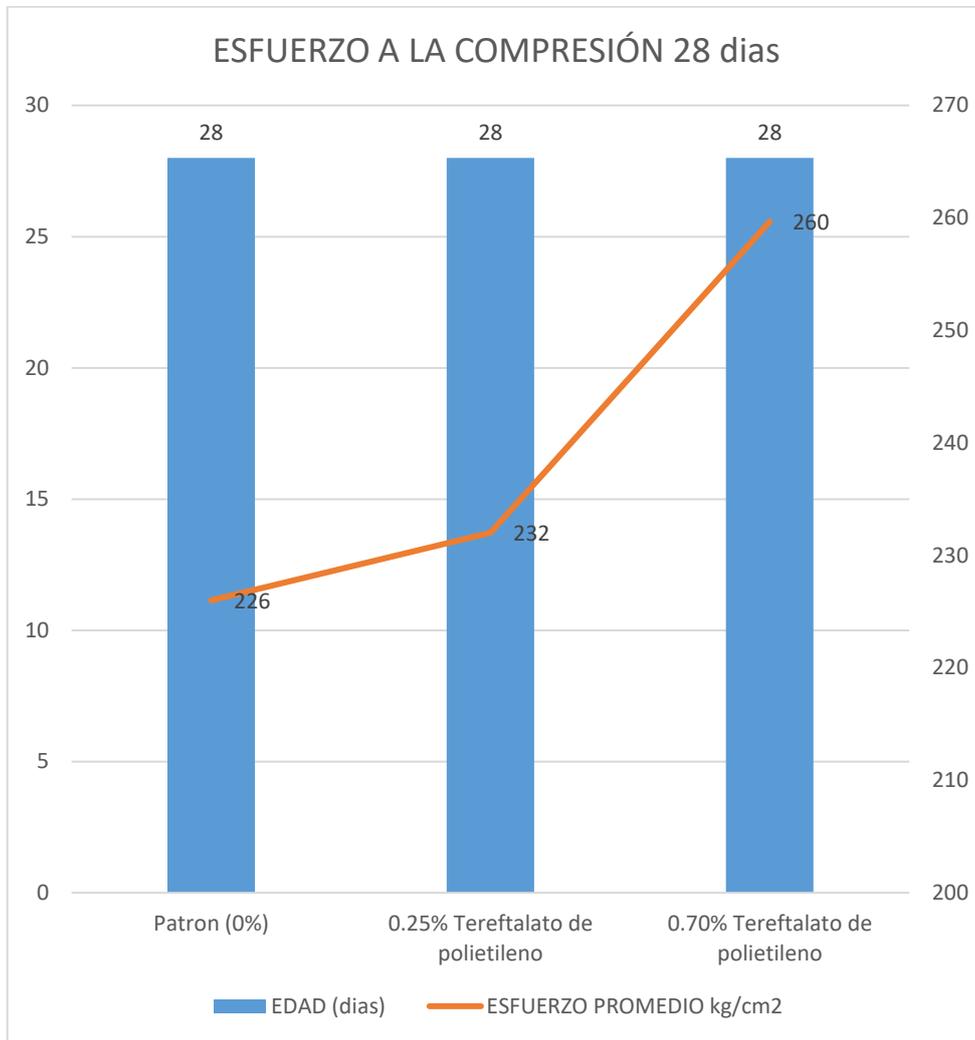
Fuente: *Elaboración propia*

Figura 17: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 14 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 18: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 28 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07



Fuente: *Elaboración propia*

En las tablas 7,8 y 9, se procedió a realizar la recolección de datos de las 27 probetas, así como de la muestra patrón y de las probetas a las que se le adiciono el aditivo PET que cuales fueron sometidas a tracción a los 7,14 y 28 días.

Tabla 7: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 7 días Norma ASTM C496/C496M-17

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17								
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MAXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0%	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,74	10,03	7549	75,49	23.1 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,82	10,25	5473	53,69	16,3 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,62	10,06	7020	68,87	21,5 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,42	10,16	6829	67,00	21,0 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,84	10,36	6280	61,61	18,5 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,52	10,13	6920	67,89	21,2 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,34	10,07	6232	61,14	19,4 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,52	10,12	6030	59,16	18,5 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	21/05/2022	7 días	20,71	10,24	6373	62,52	19,1 kg/cm ²

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 8: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 14 días Norma ASTM C496/C496M-17

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17								
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MAXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0%	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,74	10,01	7907	77,57	24,2 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,81	10,23	7304	71,66	21,8 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,75	10,05	7714	75,68	23,5 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,51	10,14	7431	72,90	22,7 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,83	10,34	7706	75,60	22,8 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,54	10,09	7614	74,70	23,4 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,41	10,13	6901	67,70	21,2 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,59	10,24	6840	67,10	20,7 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	28/05/2022	14 días	20,23	10,21	6727	66,00	20,7 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Resistencia a la tracción del concreto endurecido a los 28 días Norma ASTM C496/C496M-17

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C496/C496M-17								
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MAXIMA (KN)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0%	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,22	10,01	8752	85,86	27,5 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,36	10,09	8858	86,90	27,4 kg/cm ²
Natural 0%	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,15	10,06	8878	87,10	27,9 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,12	10,08	8725	85,60	27,4 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,36	10,12	8562	84,00	26,5 kg/cm ²
0.25% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,28	10,15	8506	83,45	26,3 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,15	10,22	8572	84,10	26,5 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,61	10,36	8436	82,76	25,2 kg/cm ²
0.70% (PET)	14/05/2022	11/06/2022	28 días	20,51	10,21	8510	83,49	25,9 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

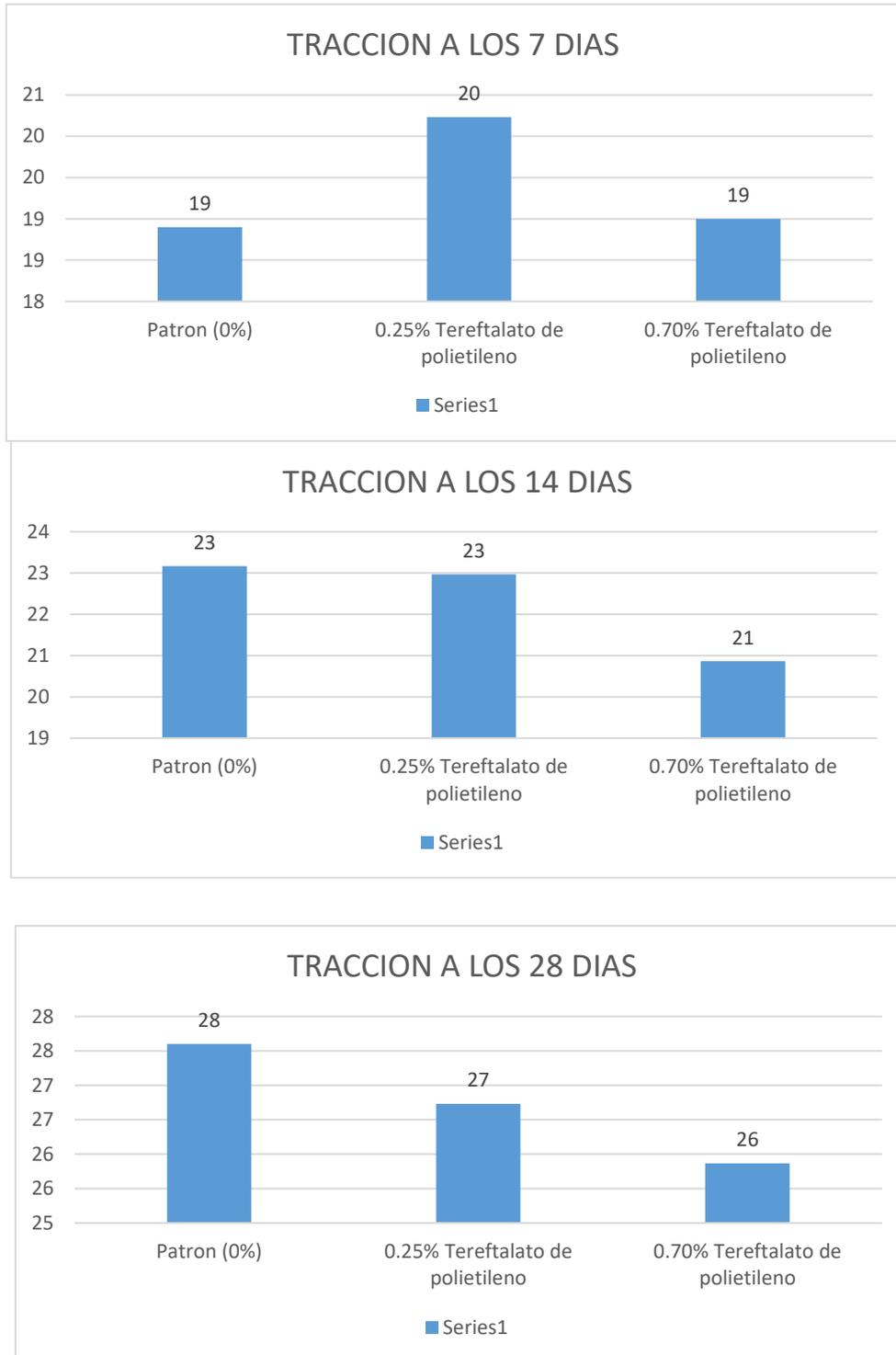
Con la información obtenida se procedido a realizar el promedio de los valores obtenidos como se muestra en la tabla número 10 y figura número 19.

Tabla 10: Promedio de esfuerzos a la tracción por compresión diametral - método brasileiro ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD (días)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL kg/cm²
Patrón (0%)	7	19
0.25% Tereftalato de polietileno	7	20
0.70% Tereftalato de polietileno	7	19
Patrón (0%)	14	23
0.25% Tereftalato de polietileno	14	23
0.70% Tereftalato de polietileno	14	21
Patrón (0%)	28	28
0.25% Tereftalato de polietileno	28	27
0.70% Tereftalato de polietileno	28	26

Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Esfuerzos a la tracción por compresión diametral - método brasileiro a los 7, 14 y 28 días ASTM C496/C496M-17



Fuente: Elaboración propia

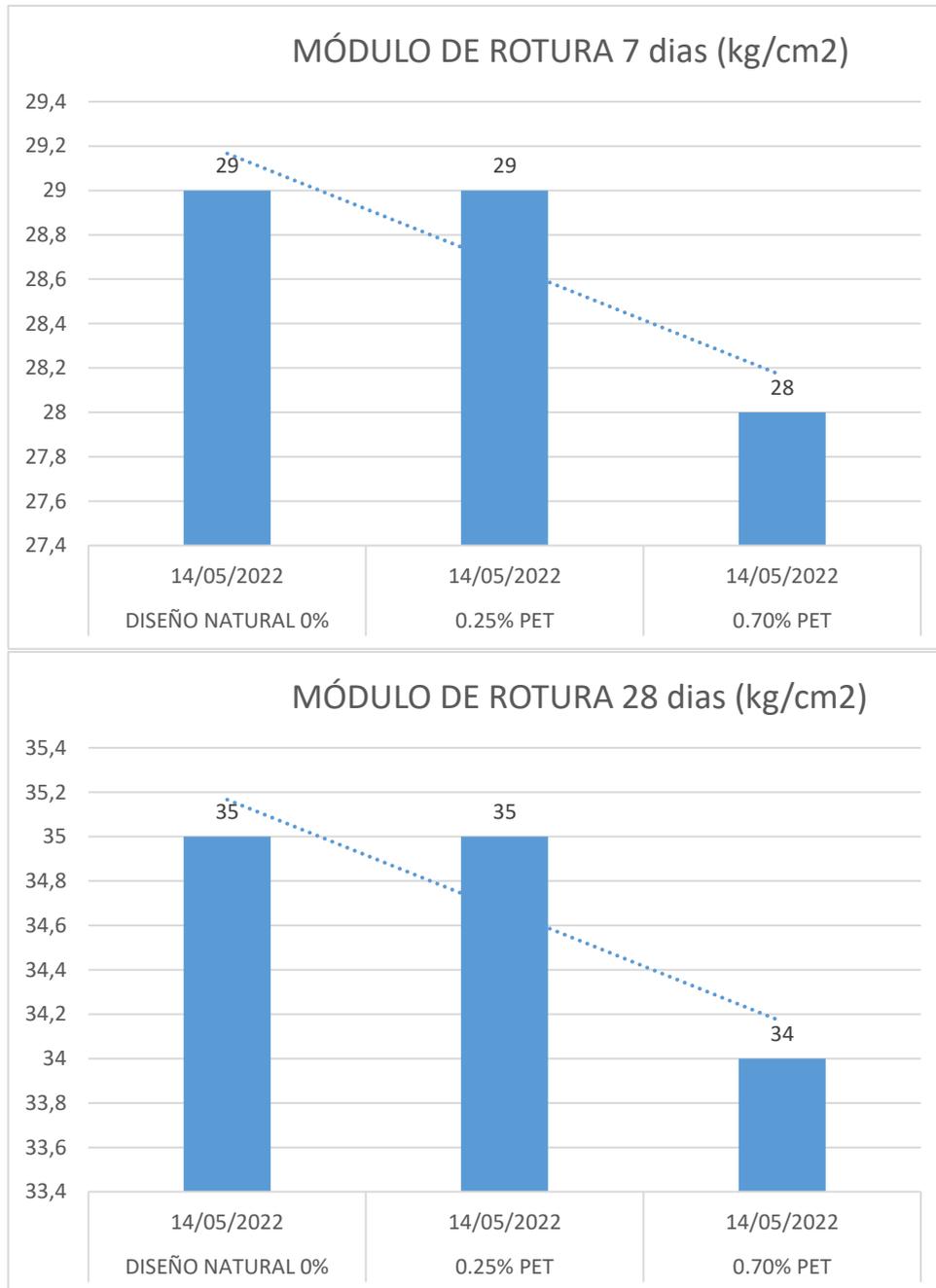
En la tabla número 11, se aprecia la recolección de datos de los ensayos realizados a flexión de nuestras vigas y en las figuras números se aprecia gráficamente el módulo de rotura de los ensayos a los 7 y 28 días.

Tabla 11: Resistencia a la flexión del concreto endurecido ASTM C78

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
Diseño patrón 0%	14/05/2022	21/05/2022	7 días	15,1	15,0	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm ²
0.25% PET	14/05/2022	21/05/2022	7 días	15,1	15,1	51,0	45,0	TERCIO CENTRAL	29 kg/cm ²
0.70% PET	14/05/2022	21/05/2022	7 días	15,0	15,1	50,0	45,0	TERCIO CENTRAL	28 kg/cm ²
Diseño patrón 0%	14/05/2022	11/06/2022	28 días	15,2	15,1	50,2	45,0	TERCIO CENTRAL	35 kg/cm ²
0.25% PET	14/05/2022	11/06/2022	28 días	15,2	15,1	50,2	45,0	TERCIO CENTRAL	35 kg/cm ²
0.70% PET	14/05/2022	11/06/2022	28 días	15,0	15,1	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	34 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 7 y 28 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

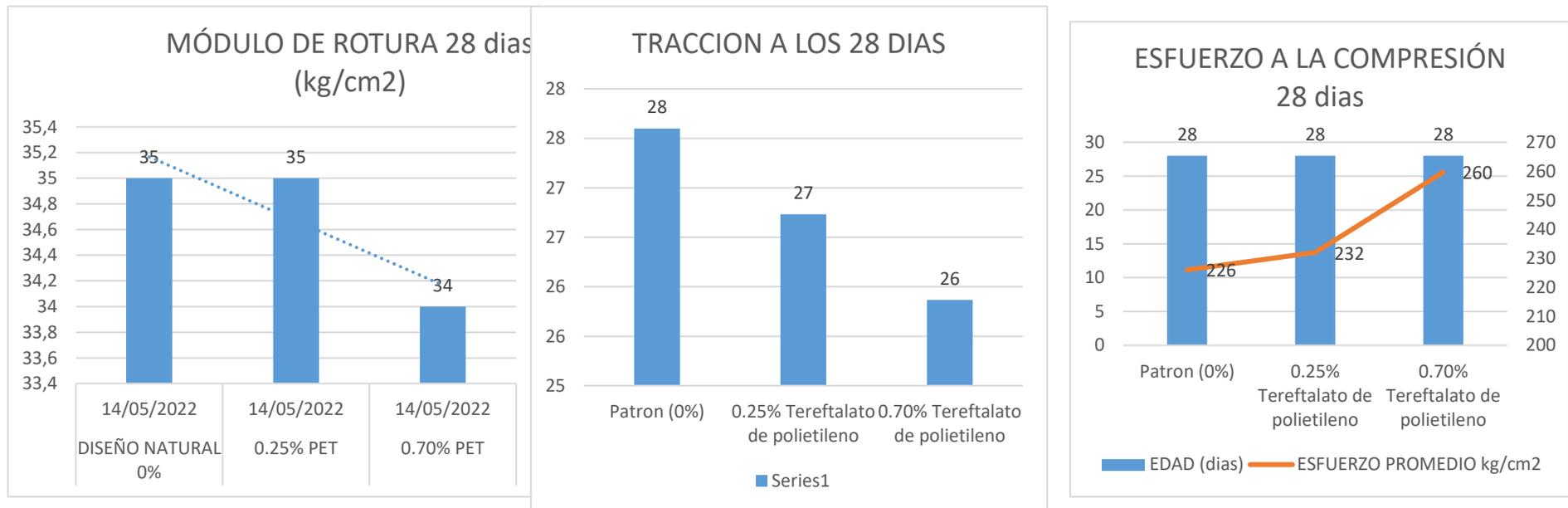


Fuente: *Elaboración propia*

Resumen de los resultados de laboratorio obtenidos

Con respecto a los 3 ensayos realizados se determinó que la dosificación del 0.70% de Tereftalato de polietileno como aditivo mejora la resistencia a la compresión hasta un 123% con respecto al diseño patrón, no siendo así el mejor resultado para los ensayos a tracción y flexión como se muestra en la figura 21, sin embargo, en los tres ensayos cumple con los estándares mínimos requeridos para un concreto adecuado para una edificación sismo resistente.

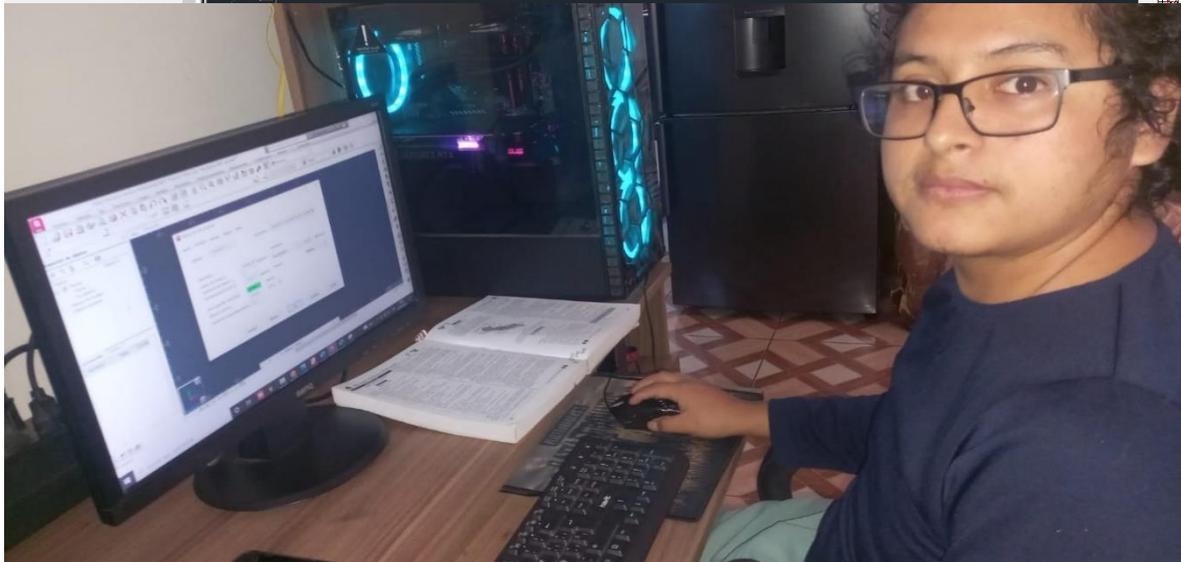
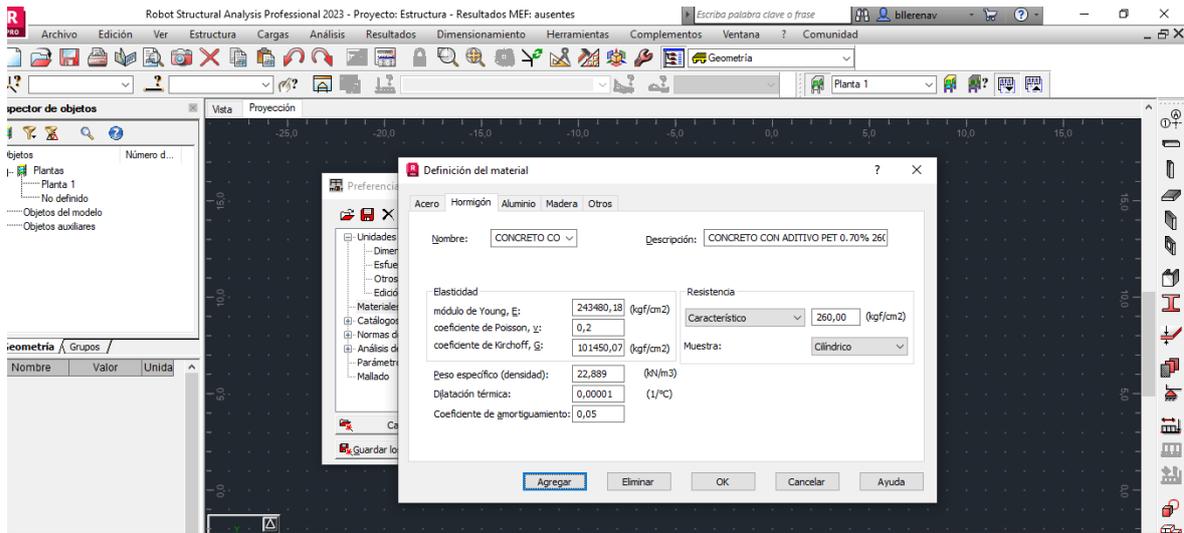
Figura 21: Resumen de ensayos Tracción, flexión y compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia

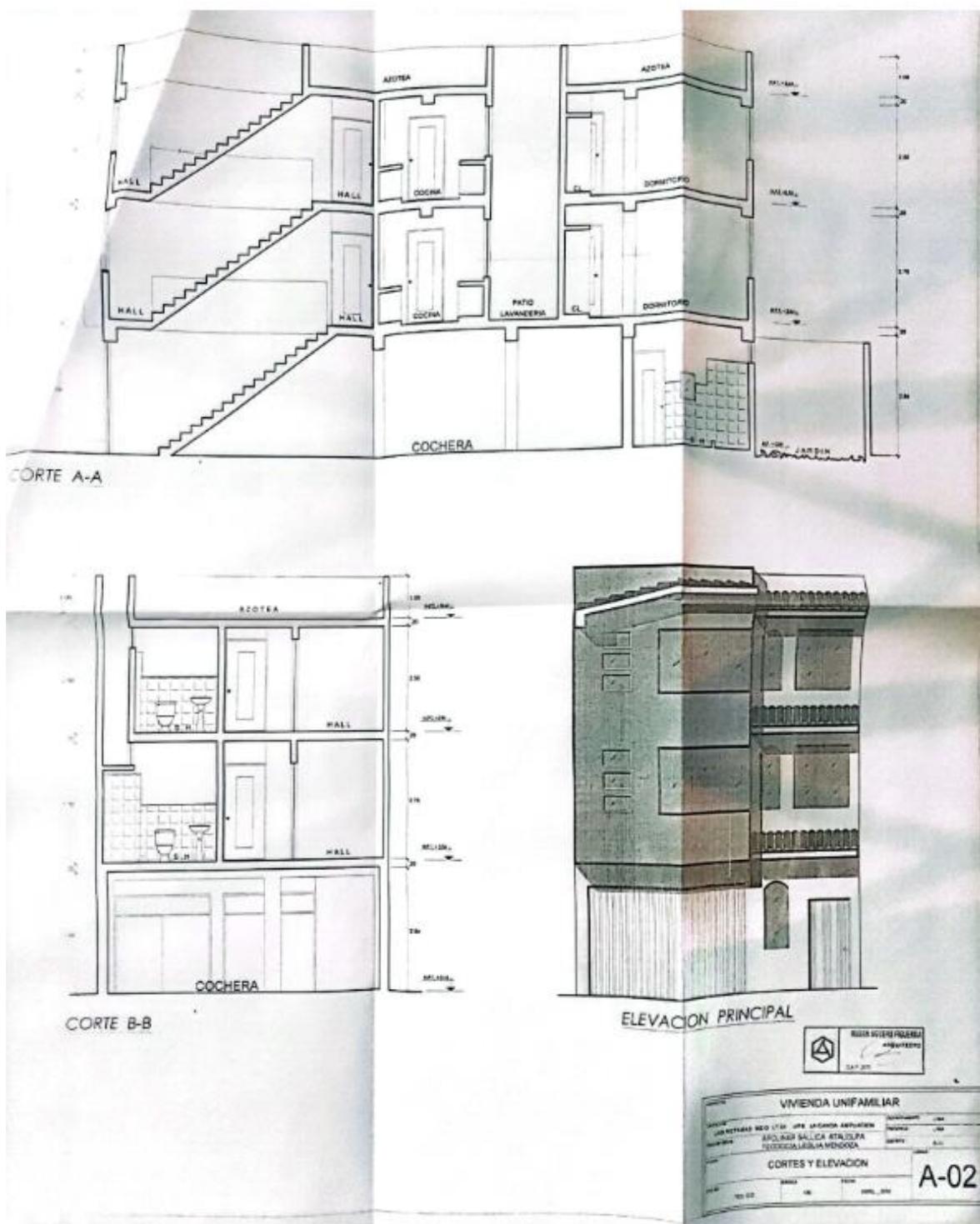
Con la información obtenida del laboratorio se procedió a ingresar los datos al programa Robot estructural para nuestro diseño sismoestructural como se aprecia en la figura 22.

Figura 22: Diseño Sismoestructural en Robot Estructural



Fuente: Elaboración propia

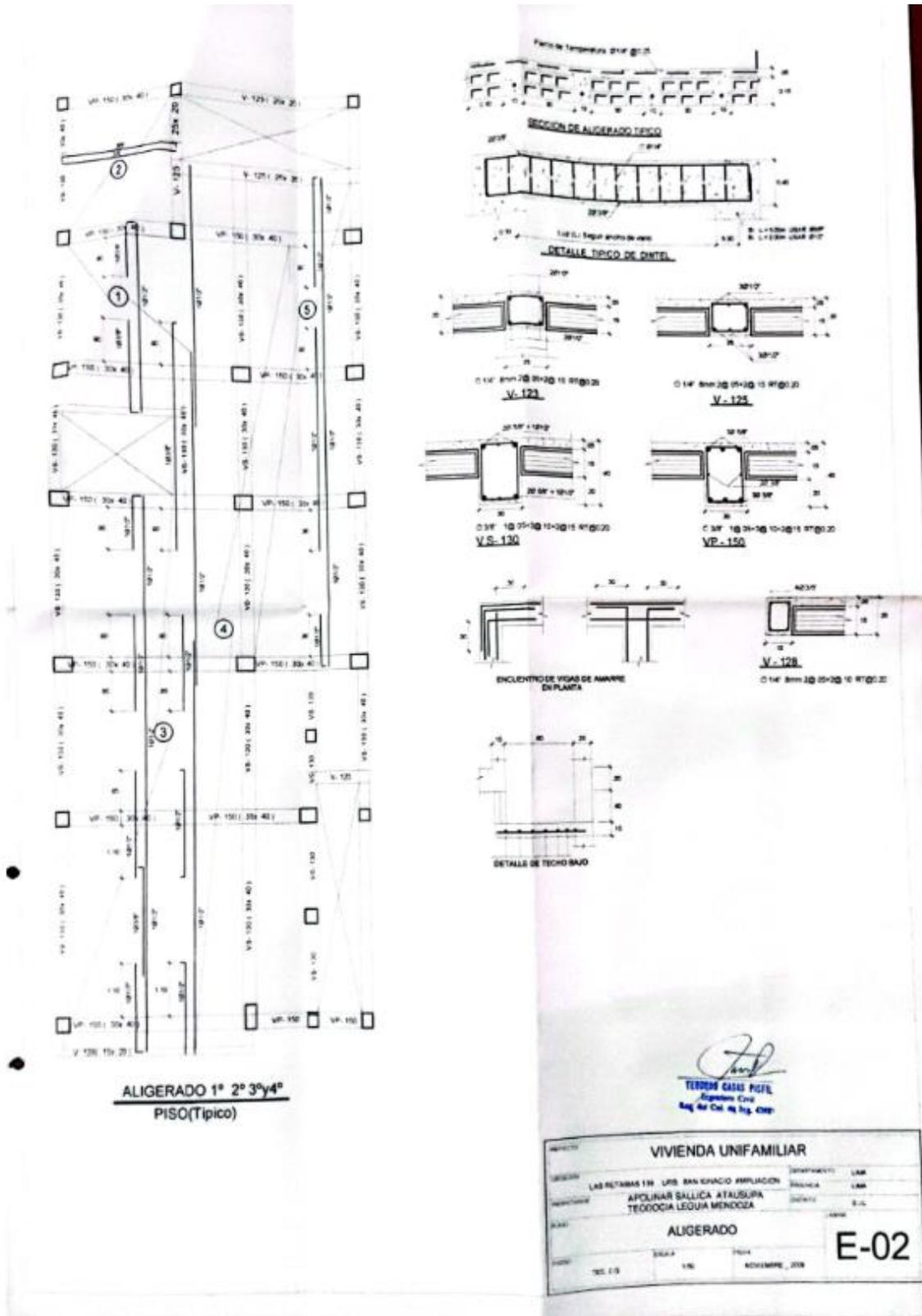
Figura 23: Planos de la vivienda multifamiliar Jr Retamas - SJL



Escaneado con CamScanner

Fuente: Elaboración propia

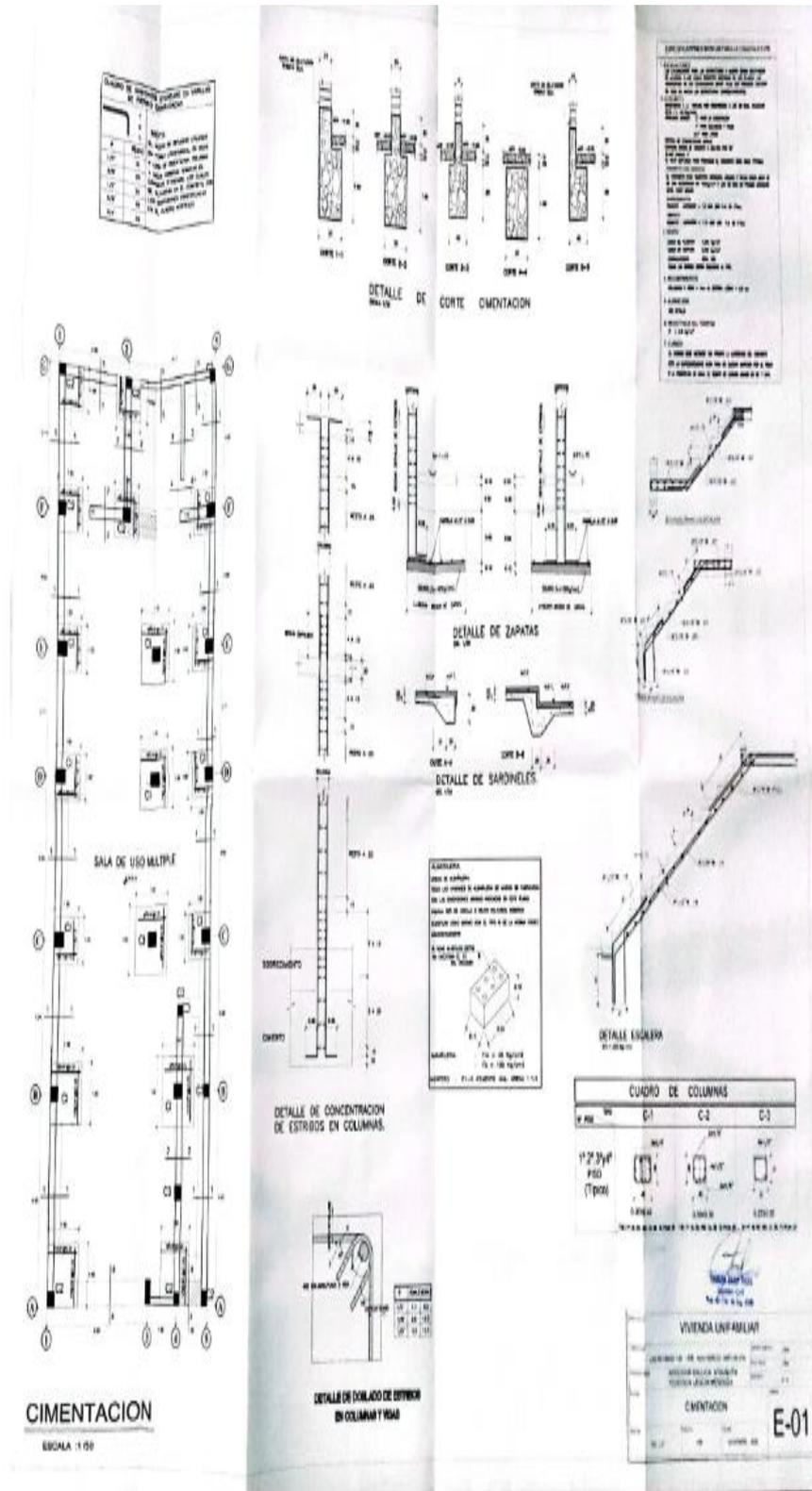
Figura 24: Planos de la vivienda multifamiliar Jr Retamas - SJL



Escaneado con CamScanner

Fuente: Elaboración propia

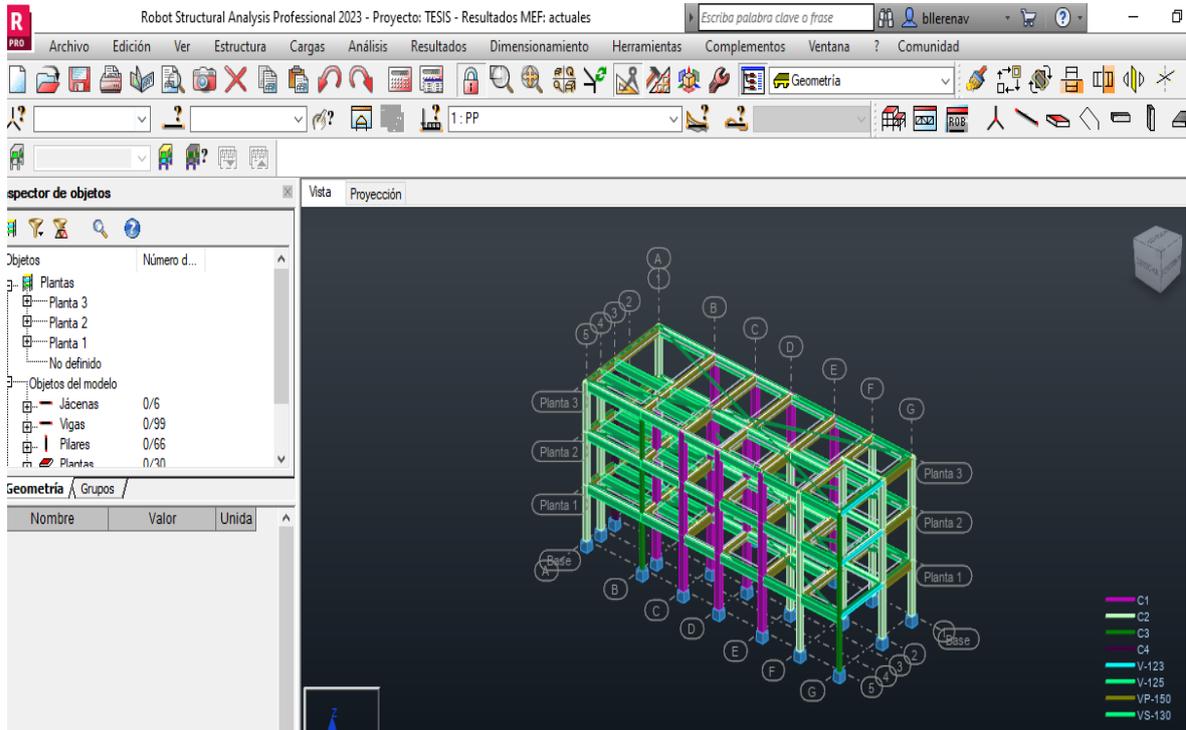
Figura 25: Planos de la vivienda multifamiliar Jr Retamas -SJL



Escaneado con CamScanner

Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Modelado de la estructura en Robot Structural



Fuente: *Elaboración propia*

Se realizó el modelamiento sismo estructural con el apoyo del Excel en donde se ingresó las fórmulas para nuestros análisis estático y dinámico, teniendo en consideración los parámetros sísmicos como el factor de zona, tipo de edificación, tipos de suelos y tipo de estructura, como se visualiza en la figura 27.

Figura 27: Parámetros de diseño para nuestra análisis dinámico y estático

5.- PARÁMETROS SÍSMICOS

ACELERACIÓN ESPECTRAL

Z = 0,45	Zona 4
U = 1,00	C: Edificaciones Comunes
S = 1,05	S2: Suelos Intermedios
- TP = 0,60	
- TL = 2,00	
R ₀ = 8,00	Concreto Armado: Pórticos
- I _a = 1,00	Regular
- IP = 1,00	Regular
- R = 8,00	

Donde:

- Z : Factor de Zona
- U : Categoría de Edificación
- S : Factor de Suelo
- TP : Periodo
- TL : Periodo
- R₀ : Coeficiente Básico de Reducción
- I_a : Irregularidad en Altura
- IP : Irregularidad en Planta
- R : Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

Fuente: *Elaboración propia*

Al realizar el análisis estático y dinámico de nuestra estructura de concreto con el 0.70% de agregado PET en la dirección X y en la dirección Y cumple lo requerido mejorando de manera positiva la resistencia sísmica de nuestra estructura y su vez con esta dosificación de concreto con aditivo de 0.70% de PET nos da la posibilidad mejorar nuestro diseño sismoestructural inicial de secciones de vigas y columnas ahorrándonos en materiales y por ende económicamente para la misma estructura de nuestra edificación multifamiliar

Figura 28: Resultado de nuestro análisis dinámico y estático

ANALISIS DINÁMICO ESPECTRAL EN LA DIRECCION X

EJE	NIVEL DE PISO	ANALISIS		%		ESTADO	
		ESTATICO	DINAMICO	REQUERIDO	OPTENIDO		
X - CORTANTE BASAL	2	4,69	25,42	80%	<	542,00%	CUMPLE
	3	9,38	47,13	80%	<	502,45%	CUMPLE
	4	14,07	60,3	80%	<	428,57%	CUMPLE

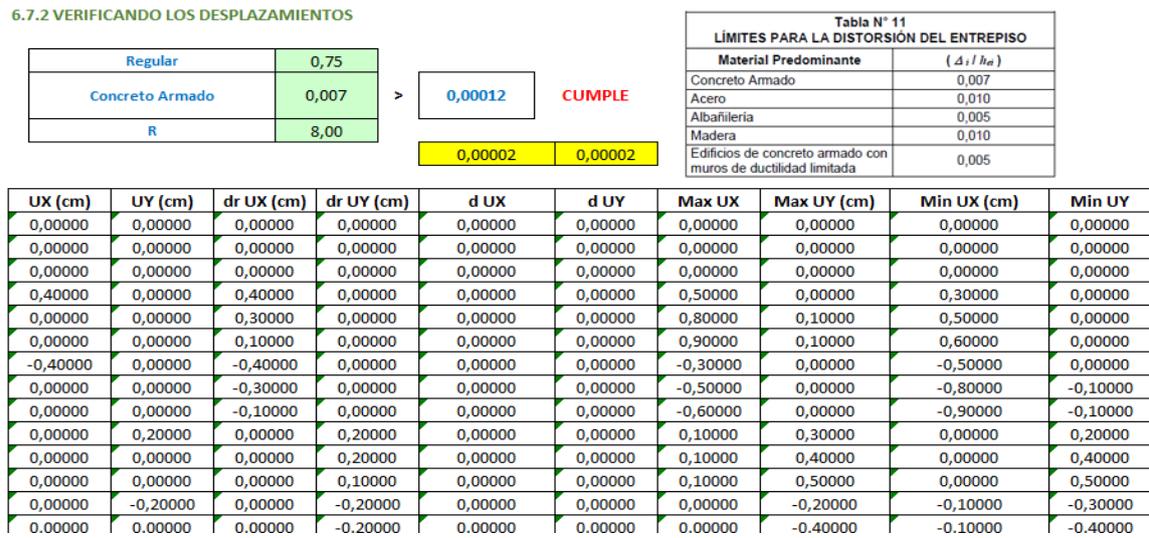
ANALISIS DINÁMICO ESPECTRAL EN LA DIRECCION Y

EJE	NIVEL DE PISO	ANALISIS		%		ESTADO	
		ESTATICO	DINAMICO	REQUERIDO	OPTENIDO		
X - CORTANTE BASAL	2	4,69	25,78	80%	<	549,68%	CUMPLE
	3	9,36	47,96	80%	<	512,39%	CUMPLE
	4	14,07	61,48	80%	<	436,96%	CUMPLE

Fuente: *Elaboración propia*

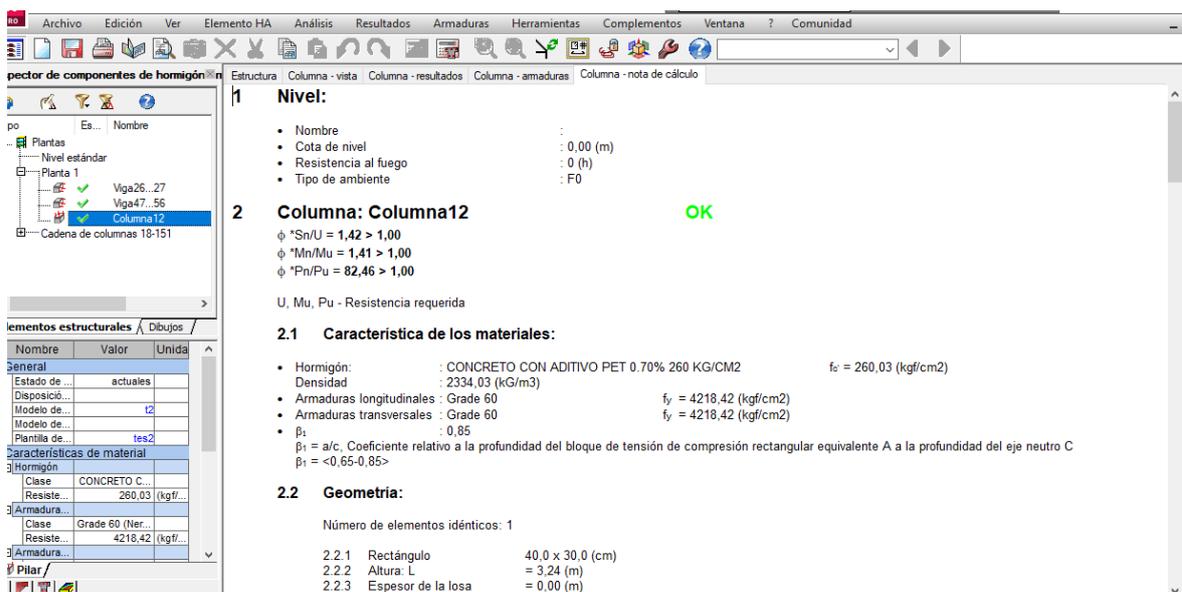
De igual manera nuestro diseño sismoestructural de concreto con el 0.70% de agregado PET mejora su comportamiento estructural ya que sus desplazamientos son solo el 17% del límite de distorsión para un concreto armado como se aprecia en la figura.

Figura 29: Resultado de la verificación de desplazamientos



Fuente: Elaboración propia

Figura 30: Resultado de cuantía de acero para columna



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Resultado de cuantía de acero para viga

Inspector de componentes de hormigón

1 **Nivel:**

- Nombre : --
- Cota de nivel : --
- Tipo de ambiente : F0
- Resistencia al fuego : 0 (h)

2 **Viga: Viga26...27** OK

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón : CONCRETO CON ADITIVO PET 0.70 $f_c = 260,03$ (kgf/cm²)
- Densidad : 2334,03 (kg/m³)
- Armaduras longitudinales : Grade 60 $f_y = 4218,42$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : Grade 60 $f_y = 4218,42$ (kgf/cm²)
- Armadura adicional : Grade 60 $f_y = 4218,42$ (kgf/cm²)

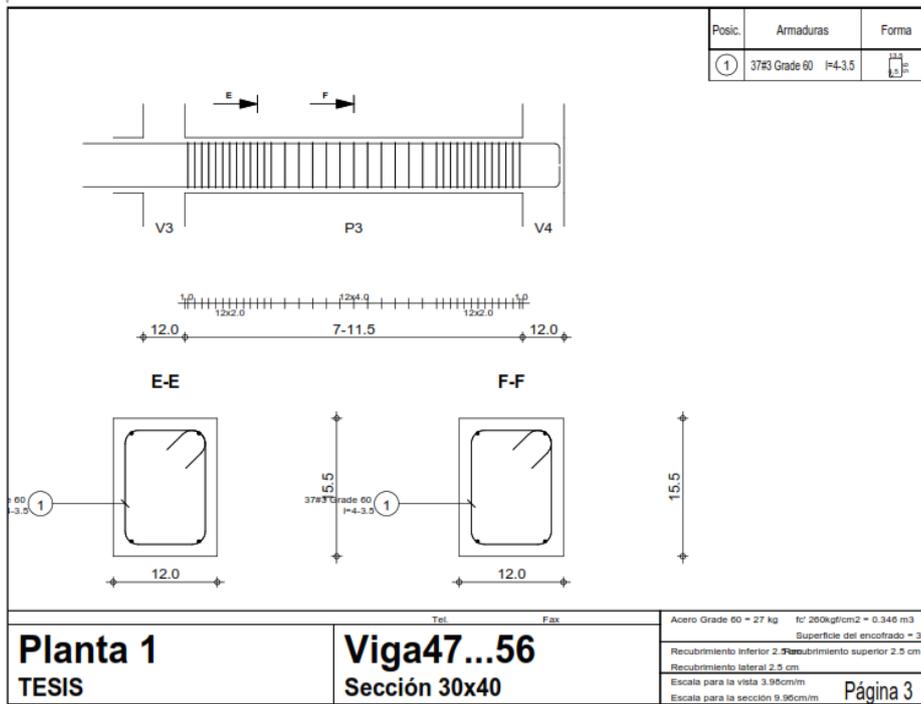
2.2 Geometría:

Número de elementos idénticos: 1

2.2.1	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
P1	Tramo		0,30	2,55	0,30
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 2,85$ (m)		
	Sección	de 0,00 a 2,55 (m)			
		30,0 x 40,0 (cm)			
		Sin losa izquierda			
		Sin losa izquierda			

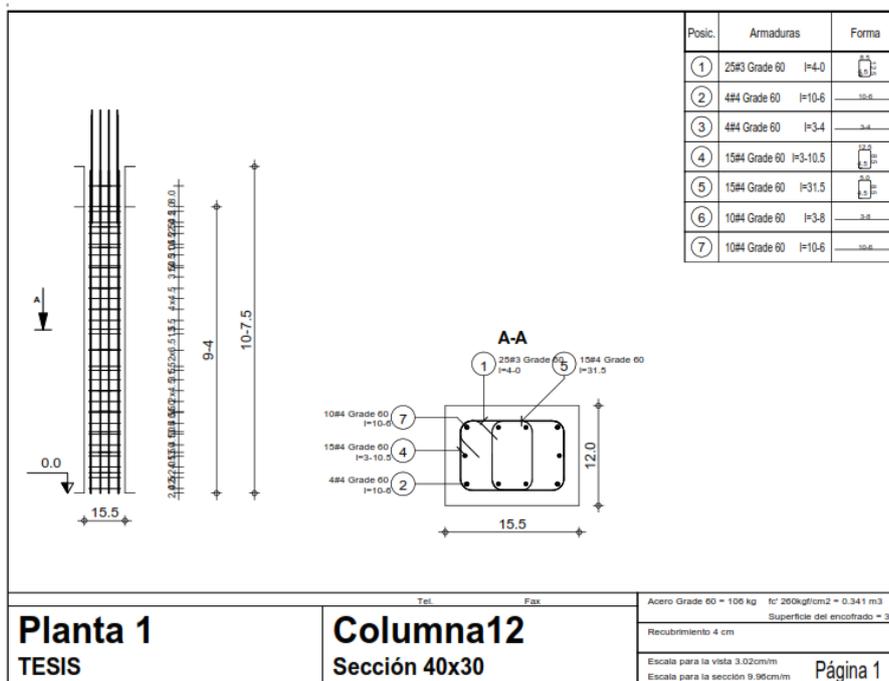
Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Resultado de cuantía de acero para viga



Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Plano de ejecución de columna c-1



Fuente: Elaboración propia

ESPECTRO DE ACELERACIONES DE LA NORMA E030-2018

Para este modelamiento consideramos una zona sísmica de Z4, suelo S2 y una edificación.

Figura 34: Espectro de aceleraciones

Perfil de Suelo	S2	Suelos Intermedios	
Zona Sísmica	Z4	Lima	
Categoría	C	Vivienda	
Z	0,45		
T_p (s)	0,6		
TL (s)	2		
Factor de suelo "S"	1,05		
Factor de Uso "U"	1		
R_x	8		
R_y	8		
FACTOR=ZUS_g/R			0,5794031

Fuente: Elaboración propia

Figura 35: Derivas y cortantes en el eje X y el eje Y del modelamiento en ETAPS

DERIVA XX									
Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	
						m	m	m	DMAX=0.007
NIVEL 4	DERIVA X	Max	X	0,0053	39	20,25	0	14,1	CUMPLE
NIVEL 3	DERIVA X	Max	X	0,0050	39	20,25	0	10,85	CUMPLE
NIVEL 2	DERIVA X	Max	X	0,0041	39	20,25	0	7,6	CUMPLE
NIVEL 1	DERIVA X	Max	X	0,0018	27	12,93	2,98	4,35	CUMPLE

DERIVA YY									
Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	
						m	m	m	DMAX=0.007
NIVEL 4	DERIVA Y	Max	Y	0,0047	36	0	0	14,1	CUMPLE
NIVEL 3	DERIVA Y	Max	Y	0,0043	18	0	2,98	10,85	CUMPLE
NIVEL 2	DERIVA Y	Max	Y	0,0034	20	0	16,53	7,6	CUMPLE
NIVEL 1	DERIVA Y	Max	Y	0,0016	18	0	2,98	4,35	CUMPLE

IRREGULARIDAD TORSION XX											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
NIVEL 4	DERIVA X	Combination	Max	Diaph D4 X	0.005329	0.00437	1.22	39	20.25	0	14.1
NIVEL 3	DERIVA X	Combination	Max	Diaph D3 X	0.004956	0.00398	1.25	39	20.25	0	10.85
NIVEL 2	DERIVA X	Combination	Max	Diaph D2 X	0.004114	0.00323	1.27	39	20.25	0	7.6
NIVEL 1	DERIVA X	Combination	Max	Diaph D1 X	0.001828	0.00145	1.26	27	12.93	2.98	4.35

IRREGULARIDAD TORSION YY											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
NIVEL 4	DERIVA Y	Combination	Max	Diaph D4 Y	0.00470	0.00415	1.13	36	0	0	14.1
NIVEL 3	DERIVA Y	Combination	Max	Diaph D3 Y	0.00425	0.0037	1.15	18	0	2.98	10.85
NIVEL 2	DERIVA Y	Combination	Max	Diaph D2 Y	0.00343	0.00294	1.17	20	0	16.53	7.6
NIVEL 1	DERIVA Y	Combination	Max	Diaph D1 Y	0.00161	0.00137	1.18	18	0	2.98	4.35

FUERZA CORTANTE DINAMICA XX-YY											
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	X	Y	Z
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	m	m	m
SXDIN	LinRespSpec	Max	261.7718	77.2488	0	1196.7726	5677.2243	3261.9	0	0	0
SYDIN	LinRespSpec	Max	77.2488	270.7896	0	5805.6289	1191.8672	2591.6068	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS SISMICO ESTATICO DEL MODELAMIENTO EN ETAPS

Figura 36: Análisis sísmico y estático del modelamiento en ETAPS

TX=	1.005	S
Z=	0.45	Zona 4-Lima
S=	1.05	Suelo S1
TP=	0.6	S1
TL=	2	S1
U=	1	TIPO "C"
C=	1.4925	
Ro=	8	
IR	1	
IR	1	Verificar torsión

PESO EDIFICO	4570.5 ton	
VE=ZUCS/R	0.0882	Coefficiente Sísmico C
VEXC=	402.9 ton	
C/R>0.11	0.1866	Cumple

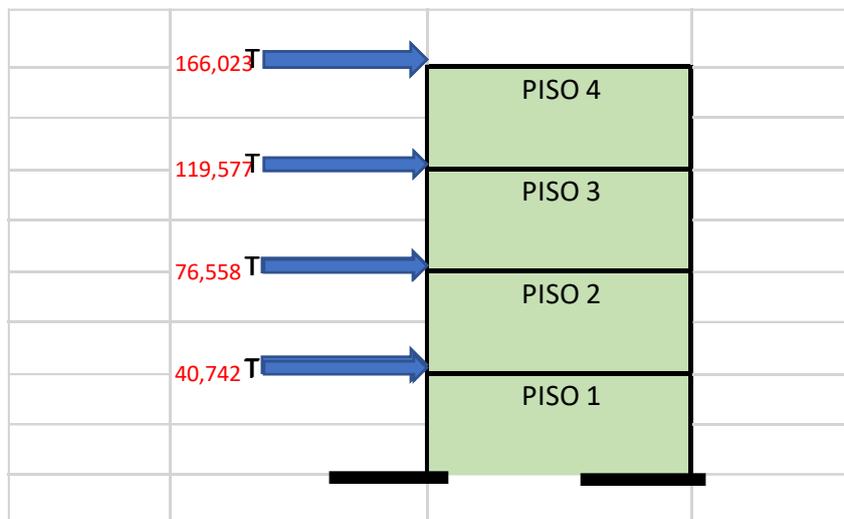
K= 1.2525

TY=	0.972	S
Z=	0.45	Zona 4-Lima
S=	1.05	Suelo S1
TP=	0.6	S1
TL=	2	S1
U=	1	TIPO "C"
C=	1.543209877	
Ro=	8	
IR	1	
IR	1	Verificar torsión

Fuente: Elaboración propia

Figura 37: Distribución de fuerzas laterales dirección XX del modelamiento en ETAPS

Story	PESO POR NIVEL	Alturas	$P_i \cdot h_i^k$	alfai	Fi
	TON	m			ton
TECHO 04	459,961	14,1	12650,8	0,41207	166,023
TECHO 03	459,961	10,85	9111,64	0,29679	119,577
TECHO 02	459,961	7,6	5833,64	0,19002	76,558
TECHO 01	492,359	4,35	3104,49	0,10112	40,7418



Fuente: *Elaboración propia*

El modelamiento fue aplicado para una estructura de 4 pisos aquí podemos visualizar la distribución de fuerzas laterales en función al eje XX

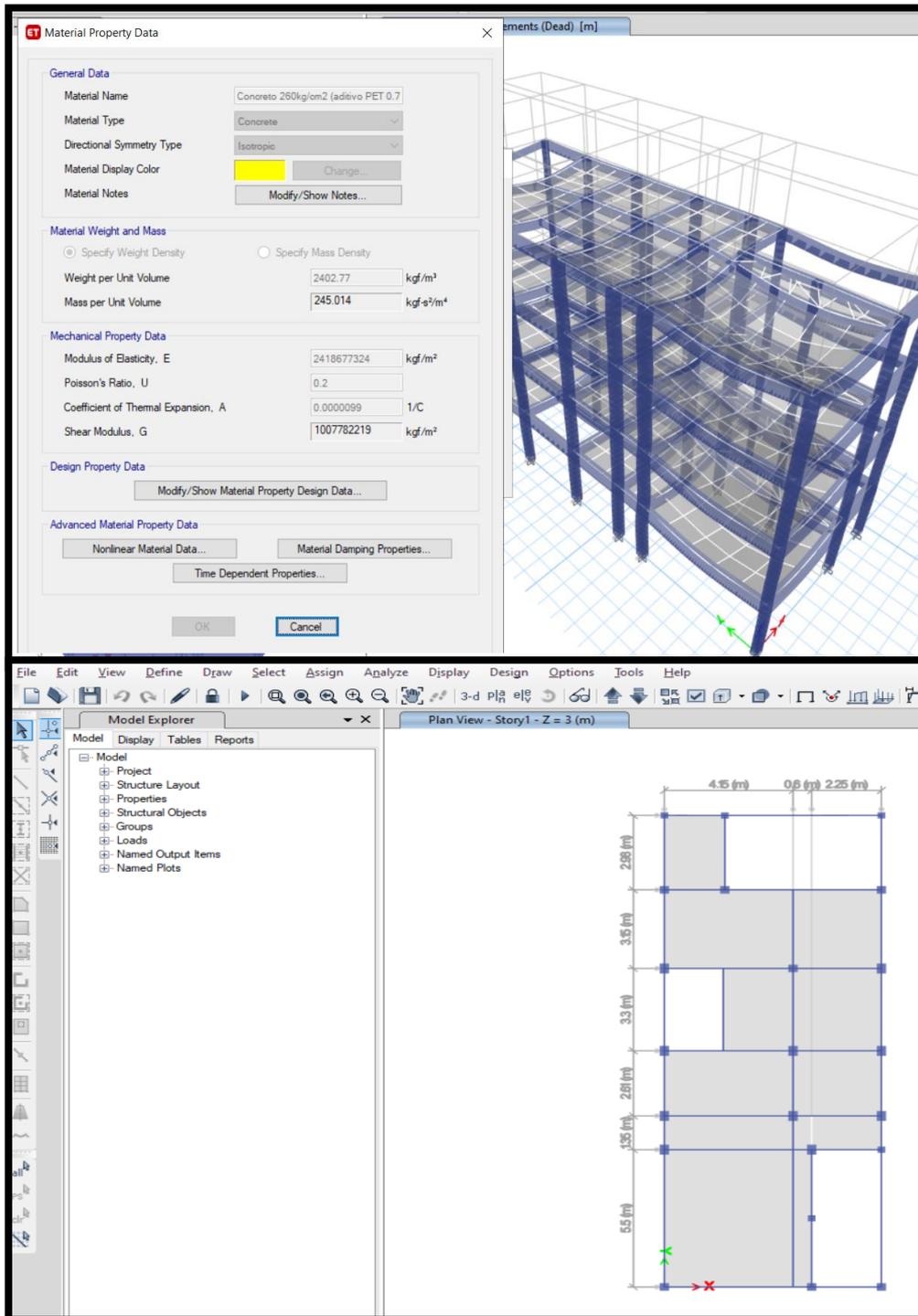
MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

Figura 38: Periodo fundamental y masas participativas del modelamiento en ETAPS

Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1.005	0.5275	0.1791	0	0.5275	0.1791	0	0.0697	0.2005	0.0386	0.0697	0.2005	0.0386
0.972	0.1885	0.5345	0	0.716	0.7136	0	0.2246	0.0773	0.0005	0.2943	0.2779	0.039
0.712	0.0181	0.0103	0	0.7341	0.7238	0	0.0075	0.0135	0.6886	0.3019	0.2914	0.7277
0.272	0.0996	0.0272	0	0.8337	0.7511	0	0.0761	0.2905	0.0113	0.378	0.5819	0.739
0.243	0.036	0.1232	0	0.8698	0.8743	0	0.2999	0.0901	0.0005	0.6778	0.672	0.7395
0.17	0.0146	0.0091	0	0.8844	0.8834	0	0.0165	0.0266	0.144	0.6944	0.6986	0.8835
0.126	0.0369	0.0102	0	0.9212	0.8936	0	0.0226	0.08	0.007	0.7169	0.7785	0.8905
0.106	0.0145	0.0451	0	0.9357	0.9387	0	0.1023	0.0325	0.0003	0.8192	0.811	0.8908
0.074	0.0176	0.005	0	0.9533	0.9437	0	0.015	0.0528	0.0045	0.8342	0.8639	0.8953
0.072	0.0068	0.0044	0	0.9601	0.9481	0	0.0103	0.016	0.0515	0.8444	0.8799	0.9468
0.061	0.007	0.0212	0	0.9672	0.9693	0	0.0618	0.0206	0.0001	0.9063	0.9005	0.9469
0.049	0.0095	0.0028	0	0.9766	0.9721	0	0.0081	0.0272	0.0022	0.9144	0.9277	0.9492
0.042	0.0047	0.0003	0	0.9813	0.9725	0	0.0009	0.0134	0.0232	0.9153	0.9411	0.9723
0.042	0.002	0.0124	0	0.9832	0.9848	0	0.0364	0.0058	0.001	0.9516	0.9469	0.9733
0.036	0.005	0.0015	0	0.9883	0.9863	0	0.0048	0.016	0.0014	0.9564	0.9629	0.9747

Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	1.005	0.5275	0.1791	0	0.5275	0.1791	0	0.0697	0.2005	0.0386	0.0697	0.2005	0.0386
Modal	2	0.972	0.1885	0.5345	0	0.716	0.7136	0	0.2246	0.0773	0.0005	0.2943	0.2779	0.039
Modal	3	0.712	0.0181	0.0103	0	0.7341	0.7238	0	0.0075	0.0135	0.6886	0.3019	0.2914	0.7277
Modal	4	0.272	0.0996	0.0272	0	0.8337	0.7511	0	0.0761	0.2905	0.0113	0.378	0.5819	0.739
Modal	5	0.243	0.036	0.1232	0	0.8698	0.8743	0	0.2999	0.0901	0.0005	0.6778	0.672	0.7395
Modal	6	0.17	0.0146	0.0091	0	0.8844	0.8834	0	0.0165	0.0266	0.144	0.6944	0.6986	0.8835
Modal	7	0.126	0.0369	0.0102	0	0.9212	0.8936	0	0.0226	0.08	0.007	0.7169	0.7785	0.8905
Modal	8	0.106	0.0145	0.0451	0	0.936	0.939	0	0.1023	0.0325	0.0003	0.8192	0.811	0.8908
Modal	9	0.074	0.0176	0.005	0	0.9533	0.9437	0	0.015	0.0528	0.0045	0.8342	0.8639	0.8953
Modal	10	0.072	0.0068	0.0044	0	0.9601	0.9481	0	0.0103	0.016	0.0515	0.8444	0.8799	0.9468
Modal	11	0.061	0.007	0.0212	0	0.9672	0.9693	0	0.0618	0.0206	0.0001	0.9063	0.9005	0.9469
Modal	12	0.049	0.0095	0.0028	0	0.9766	0.9721	0	0.0081	0.0272	0.0022	0.9144	0.9277	0.9492
Modal	13	0.042	0.0047	0.0003	0	0.9813	0.9725	0	0.0009	0.0134	0.0232	0.9153	0.9411	0.9723
Modal	14	0.042	0.002	0.0124	0	0.9832	0.9848	0	0.0364	0.0058	0.001	0.9516	0.9469	0.9733
Modal	15	0.036	0.005	0.0015	0	0.9883	0.9863	0	0.0048	0.016	0.0014	0.9564	0.9629	0.9747

Figura 39: Modelamiento en ETAPS de edificación de 4 pisos



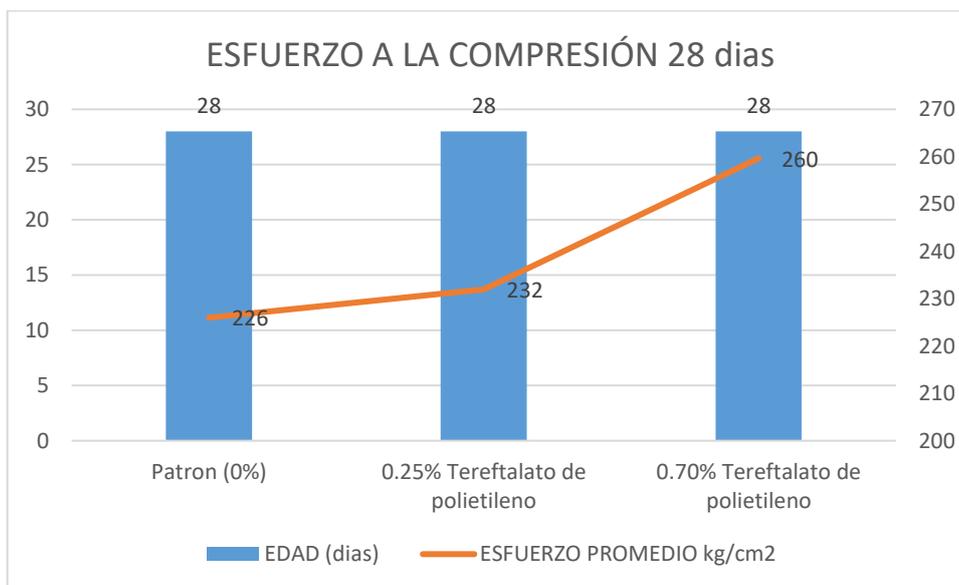
Fuente: Elaboración propia

Modelamiento en ETAPS de una edificación multifamiliar de 5 pisos.

v. DISCUSION DE RESULTADOS

Según lo señalado por Mendoza, C.; Aire, C. y Dávila, P. (2011) en su investigación, se planteó como propósito principal especificar la influencia de las fibras sintéticas de PET que cuentan con una mayor resistencia con respecto a la tensión y la resistencia entre ellas, , en los ensayos se fueron utilizando un porcentaje de entre el 0.1% hasta el 10% del volumen con relación agua y cemento, tratando de llegar a encontrar un porcentaje favorable para el estudio, lo cual encontraron el porcentaje de 0.5. Nosotros hemos utilizado un 0.25% y un 0.70% de volumen de Tereftalato de polietileno como aditivo, reflejando que al agregar el 0.70% de PET mejora la resistencia la compresión a los 28 días fue de 260 kg/cm² superando al diseño patrón que fue de 210 kg/cm² aumentando en un 123.81% su resistencia inicial.

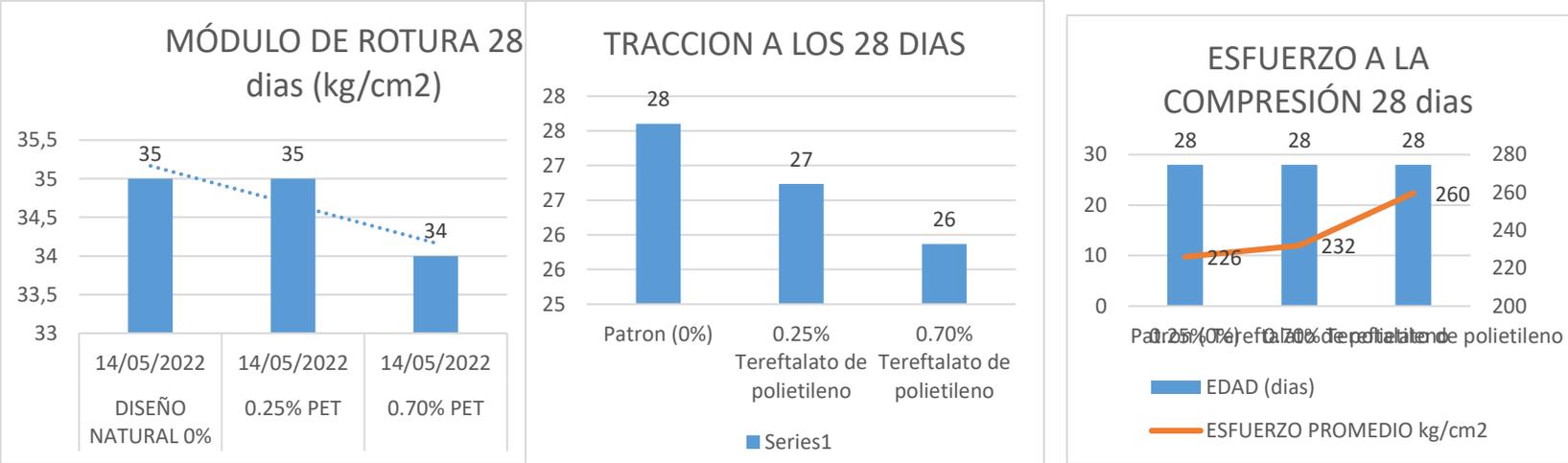
Figura 40: Esfuerzos a la compresión de testigos cilíndricos de concreto endurecido a los 28 días NTP 339.034-11 / ASTM C39-07



Fuente: *Elaboración propia*

Rodríguez (2019), concluye que los datos de resistencia a la compresión, en la primera dosificación en la cual se utilizó el 5% de plástico de alta consistencia, si llego a la resistencia que se deseaba, por ello al llegar a los 28 días, el resultado de resistencia fue de 222.2 kg/cm², por lo tanto, en la segunda ni tercera dosificación de 10% y 15% no llego a la resistencia de 210kg/cm². En nuestros ensayos las dosificaciones utilizadas fueron de 0.25% y un 0.70% aditivo PET, reflejando que en ambo casos se supera la resistencia a la compresión deseada, no obstante, las resistencias a la flexión y torsión fueron superadas por el diseño patrón.

Figura 41: Resumen de ensayos de Tracción, flexión y compresión a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia

Navarro (2020), concluyo, que al incorporar en el 50 % el polietileno y empleando la dosificación de acuerdo a ACI, se pudo obtener un resultado óptimo a parte que se disminuyó el costo de la resistencia a la compresión, es decir por cada 1m³ se ahorró un aproximado de 3.29 soles por lo que hace que este material sea más económico, rentable y eco amigable, en nuestra dosificación del 0.70% de PET como aditivo se calculó que por cada m³ de concreto se requiere 2.56 kg de PET como se aprecia en la tabla 18, este peso de PET que equivale a 285 botellas de plástico de 500 ml, aportando de manera significativa y positiva al medio ambiente.

Figura 42: Diseño de mezclas 0.70% de agregado PET para 210kg/cm²

MUESTRA 0.70% DE PEET	
CARACTERISTICAS GENERALES	
Denominación	f'c=210 Kg/cm ²
Asentamiento	3"-4"
Relación a/c de diseño	0,56
Relación a/c de obra	0,62
Proporciones de diseño	1.0: 2.12: 2.53
Proporciones de obra	1.0: 2.14: 2.54
Aditivo tereftalato de Polietileno	297.50 gr por bolsa de cemento
CANTIDAD DE MATERIAL POR m³ DE CONCRETO EN OBRA	
Cemento	366 kg.
Arena	794 kg.
Piedra	943 kg.
Agua	228 lt.
Densidad	2334 kg/m ³
Aditivo tereftalato de Polietileno	2.56 Kg

Fuente: Elaboración propia

Ávila, G. & Parrilla, Y. (2021). Concluyo que su investigación permite conocer el beneficio de la resistencia a la compresión, esta dosificación se da al 1.5% en un intervalo de 28 días, en estos días, nosotros pudimos observar que al adicionar el 0.25% y el 0.70 % los resultados fueron óptimos para los ensayos a compresión, de igual manera para los ensayos a tracción y flexión ya que llegaron a las resistencias requeridas para nuestro diseño sismoestructural permitiéndonos incluso mejorar las dimensiones de las secciones de nuestras vigas y columnas dándonos mayor ahorro en materiales y por ende económicamente.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se determinó que al agregar el 0.70% de PET al concreto mejora las resistencias del mismo, compresión tracción y flexión, influyendo de manera positiva en nuestro diseño sismo estructural de un edificio multifamiliar en el Jr. Retamas San Juan de Lurigancho.

Se determinó que al agregar el 0.25% de PET mejora en un 102% su resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón sin embargo la resistencia a la flexión y tracción no logro superar el diseño patrón, al agregar el 0.70% de PET mejora 123% su resistencia a la compresión de igual manera no supero la resistencia a la tracción y flexión del diseño patrón, sin embargo las resistencias alcanzadas son adecuadas para un mejor diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar que con un concreto convencional

Se demostró que la dosificación del 0.70% de PET en el concreto mejora la resistencia sísmica del diseño sismoestructural de una edificación multifamiliar ya que en los análisis de la cortante basal en Y y en X realizados en Robot Structural y Excel fueron satisfactorios.

Se determino que las resistencias alcanzadas en los ensayos a flexión, compresión y tracción de nuestro concreto con el 0.70% de PET mejoran nuestro diseño sismo estructural patrón ya que los resultados obtenidos del análisis en robot y Excel nos permiten reducir las secciones de nuestras vigas y columnas.

De igual manera se demostró que las resistencias a la flexión, tracción y compresión del concreto con del 0.70% de PET mejoro significativamente el comportamiento estructural de nuestro diseño sismo estructural de un edificio multifamiliar ya que los desplazamientos obtenidos con este diseño de mezcla solo del 17% con respecto al límite de la distorsión para un concreto armado.

VI. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos se recomienda a los investigadores seguir estudiando el tereftalato de polietileno en el concreto para mejorar las propiedades físicas, variando las resistencias y los porcentajes de PET.
- Según los resultados obtenidos para próximas investigaciones se sugiere variar el tamaño de las partículas de tereftalato de polietileno, ya que con esto se pretende ver si influye significativamente los resultados de las resistencias del concreto.
- Según los datos obtenidos en esta investigación se recomienda utilizar el 0.70% de PET como aditivo para el concreto ya que al utilizar una menor cantidad los resultados que se obtendrá no serán los más favorables para una resistencia de 210 kg/cm².
- Según los datos obtenidos en esta investigación se sugiere realizar un análisis económico comparando los costos que implica la incorporación del tereftalato de polietileno en el concreto y otro aditivo que mejore la resistencia a la compresión de esta manera dar una mayor viabilidad al uso del PET como aditivo para las construcciones.

REFERENCIAS

- Alesmar L. Rendón N. y Korody M. (2008), Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet)- cemento. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. Recuperado http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112011000100003
- ARIAS, F. (2018). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología [en línea]. 6.a ed. Venezuela: Editorial episteme [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. [Disponible en: https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/ELPROYECTO-DE-INVESTIGACION-C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf](https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/ELPROYECTO-DE-INVESTIGACION-C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf) ISBN: 980-07-8529-9
- Arguero, J. (2016). Flexibilización de requisitos mínimos de diseño para edificaciones de pórticos de 2 pisos. (Tesis de grado). Recuperada de <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11879/T-ESPE053267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ávila, G. y Parrilla, Y. (2021) Influencia de las fibras PET recicladas en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Tumbes. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65734/Avila_SGM-Parrilla_AYD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BEHNAM, Amirfarzad; DENAVIT, Mark D (2020). Distribución de tensiones plásticas método para predecir la fuerza de interacción de la cruz compuesta de acero-hormigón secciones. Revista de investigación del acero para la construcción, vol. 170, pág. 106092. Obtenido de: <https://www.semanticscholar.org/paper/Plastic-stressdistribution-method-for-predicting-BehnamDenvit/e7d1d8a6b0ca22ddabd90d8203af7416b6318942>
- Bellido, F. (2019). Aplicación del cemento portland con alta resistencia a los sulfatos tipo HS para la construcción de reservorio en el proyecto de saneamiento del esquema Víctor Raúl Haya de la Torre en el distrito del Callao. (Tesis para licenciatura). Obtenido de: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6038/bellido_f.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Bolaños J (2019) Reciclado de Plástico PET (tesis para licenciatura).
Obtenido de:
http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS_ZEA_JUA_PET.pdf
- Bono, R. (2012). Diseños Cuasi-Experimentales y Longitudinales (Tesis para licenciatura).
Obtenido de:
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>
- BORJA, M. (2018). Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo [fecha de consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en:
https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/09/metodologia-de-lainvestigacion_20.html
- Caballero, B y Florez, O. (2016). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción. (Tesis para licenciatura). Obtenido de:
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4404/documento%20final%20tesis%20de%20grado.pdf?bitstreamId=ccb9cd04-c4bd-40bb-93a4-43a141c2b110&locale-attribute=en>
- CAMPOS, Flores; VEKER, Eduardo(2020). Determinar la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de plástico PET reciclado en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huánuco–2019. Obtenido de: <https://www.unheval.edu.pe/civilyarquitectura/repositorio-de-investigacionficya/>
- Comité Técnico. (2016). Norma E-030 Diseño sismorresistente. Recuperado de:
<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/SeminarioN/2.%20Norma%20E.030%20Dise%C3%B1o%20Sismorresistente.pdf>
- CUEVA PEÑA, Roger; PALACIOS PULACHE, Lenin Ismael(2020). Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura. 2020 (Tesis para optar el grado de ingeniero civil) Obtenido de:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52174>

- Dirección General de Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental. (2018). Agenda Nacional de Acción Ambiental al 2021. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/ANAA-al-2021-Propuesta28.12.18-consulta-p%C3%BAblica.pdf>
- Echeverría E. (2017) Ladrillos de concreto con plásticos PET reciclado. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/LADRILLOS%20DE%20CONCRETO%20CON%20PL%20C%28%81%20STICO%20PET%20RECICLADO.pdf>
- ESPINOZA LÓPEZ, Luis Ángel (2020). Incorporación de fibra de plástico en el pavimento flexible para mejorar su propiedad mecánico-física en la Av. Huandoy (Tesis para optar el grado de ingeniero civil), Los Olivos. Obtenido de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53355/Espinoza_LL%20c3%81-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ferreira, C. (2011). Reciclagem de pneus: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa (Tesis Doctoral). Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo, Brasil. Recuperado de: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-09032012-140924/publico/Tese_Carlos_A_P_Lagarinhos.pdf
- Gonzales, R. (2016), Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con la incorporación de Pet en diferentes porcentajes. (Tesis de grado). Recuperada de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11240>
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014) Metodología a la Investigación. (6.ta ed.) Recuperado de: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/antecedentes/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández y Barrera (2018) Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6383705>
- Instituto de Ciencias y Construcción. (2019). Guía de aplicación DBHE. Recuperado de https://www.codigotenico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019.pdf

- Lugo, J. y Torres, Y. (2019). Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23953/1/TESIS%20FIBRAS%20PET%20EN%20EL%20CONCRETO.pdf>
- Mendoza C. Aire C. y Dávila P. (2011). Influencia de las Fibras de Polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. Revista del Instituto de Ingeniería- Estructuras y materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112011000100003
- Metodología de la Investigación. Humberto N. (2014) [et al.], [en línea]. Bogotá: [fecha de consulta: 14 de junio de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=LzKbDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> ISBN: 978-958-762-188-4
- Morgan, J. y Wilson, Y. (2017). Propuesta de diseño de mezcla de concreto con adición de tereftalato de polietileno (PET) para uso en viviendas de interés social (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <http://repositorio.uca.edu.ni/id/eprint/4832>
- MURUGAN, Anandkumar; MANI, Suriya; PONNUSAMY(2020), Ravichandran. Estudio de las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibras incorporando Residuos plásticos como agregado fino. En Actas de la Conferencia AIP. AIP 41 Publishing LLC, 2020. pág. 070003.
- Navarro, E. (2020). Análisis y diseño sismorresistente de una edificación con agregado de concreto reciclado en el 4° Sector Carabayllo 2020 (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58020>
- Olivera, F (2016). Diseño de una red de recolección de botellas PET en Lima (Tesis para licenciatura). Obtenido de: file:///C:/Users/Usuario/Desktop/OLIVERA_FRANK_RECOLECCION_BOTELLAS_PET_LIMA.pdf
- OSHIRO PANDURO, Daniela Naomi Paola; TELLO ARMAS, Janne Margreth(2020). Diseño de concreto ligero con aplicación de nanopartículas de plástico y corcho para mejorar la resistencia de compresión(Tesis para

- obtener el grado de ingeniero civil), Tarapoto 2020. Obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51337>
- Piñero, M y Herrera, R (2018) Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TESIS%20BLOQUE%20PET.pdf>
 - Quispe, A. (2021). Diseño Estructural de un Sistema Aporticado Incorporando Ladrillos de Polietileno Tereftalato, Puesto de Salud Buena Vista, Lurín Lima 2021. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70062?show=full>
 - Rodríguez, K. (2019). Influencia del plástico polietileno de alta densidad utilizando como agregado grueso en el concreto (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1695>
 - Reidl, Lucy. (2017). Confiabilidad de medición. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733227007.pdf>
 - Reyes, I. (2018). Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este 2018. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1635/TESIS%20REYES%20MONTROYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Rivas, L. (2016). La definición de variables o categorías de análisis. Recuperado de http://www.edumargen.org/docs/2018/curso43/unid02/complem05_02.pdf
 - Saldaña, F. (2019). Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones esenciales- pabellón de emergencia del hospital regional de Ica – 2019 (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39616>
 - Sivapriya, V. (2018). Stress-strain and penetration characteristics of clay modified with crumb rubber. Revista Facultad de Ingeniería, vol. 27, no 49, p. 65- 75. 41. Recuperado de: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/8745>

- Shulman, V. L. (2004). Tyre Recycling. Reino Unido: Rapra. Disponible en: https://www.likerecycling.com/productioline/view/line4.html?qclid=EAAlaMlzLm_8ITJ9AVIoWRCh0OEq4NEAAYAiAAEgJUD_D_BwE
- Tacillo, E. (2016) Metodología de la Investigación Científica. (Tesis para Licenciatura). Obtenido de: http://repositorio.bausate.edu.pe/bitstream/handle/bausate/36/Tacillo_Metodolog%c3%ada_de_la_Investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yucra, E. (2019). Evaluación por desempeño de una edificación a porticada diseñada según la norma sismorresistente actual. (Tesis para licenciatura). Obtenido de: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/zonificacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Reporte de Turniting

BRYAN LLERENA VALLE | llerena



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022"

AUTORES:
Llerena Valle, Bryan (ORCID: 0000-0002-4627-2250)
Salica Leguia, Liz Katherin (ORCID: 0000-0002-6556-7142)

ASESOR:
Mg. Sigüenza Abanto, Rober Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA
Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

Resumen de coincidencias

13 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
5	repositorioacademico... Fuente de Internet	1 %
6	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1 %

Fuente: Turniting

Anexo 2: Operacionalización de variables

	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Variable independiente (X) Tereftalato de Polietileno	Es un polímero, termoplástico, derivado de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. incluida en la familia de los poliésteres, también de forma amorfo o parcialmente cristalizado esto depende de la velocidad de perdida de calor luego del conformado (Elias & Jurado, 2012)	Dosificación Resistencia a la compresión tracción y flexión	-Porcentaje de adición de tereftalato de polietileno: - 0.25 %, - , - 0.7 % Rotura de muestras	A razón
Variable dependiente (Y) Diseño estructural sismo resistente	El diseño estructural es el procedimiento de un método que inicia en el planteamiento de las metas. En el diseño estructural hay limitaciones a tener presentes por eso es conveniente optimar acorde con cierto juicio, tal como el peso o precio ínfimo, pero el alcanzar una solución inmejorable no es sencillo de obtener, por esa razón su fin es mejorarse asimismo y lograr todas las soluciones viables, es lo idóneo considerando que no hay soluciones únicas sino sensatas (Oviedo Sarmiento, 2016).	Comportamiento estructural Resistencia sísmica	-Modelación es ETAPS, Robot estructural, análisis dinámico, modales de vibración de la estructura. -Norma Técnica E.030, cortante basal, coeficiente de corte, espectro de aceleración	A razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS	TECNICAS	INSTRUMENTOS	
<p>Problema General: ¿De qué manera la incorporación del tereftalato de polietileno en el concreto influirá en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022?</p> <p>Problemas Específicos: PE.1 ¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto influye en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022? PE.2. ¿De qué manera la dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022? PE.3. ¿De qué manera la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022? PE.4. ¿De qué manera la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022?</p>	<p>Objetivo General: Determinar de qué manera la incorporación de tereftalato de polietileno en el concreto influirá en diseño estructural sismorresistente en un edificio multifamiliar, Jr. Retamas, 2022</p> <p>Objetivo Específico: OE.1 Determinar como la dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto influye en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022 OE.2 Demostrar como la dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022 OE.3: Determinar como la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022 OE.4 Demostrar como la resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022</p>	<p>Hipótesis General: La incorporación de Tereftalato de Polietileno en el concreto influye significativamente en el diseño estructural sismorresistente en un edificio multifamiliar del Jr. Retamas, 2022</p> <p>Hipótesis Específicas: HE.1. La dosificación del Tereftalato de Polietileno en el concreto mejora el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022 HE.2. La dosificación del Tereftalato de Polietileno mejora la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural de un edificio multifamiliar, JR. Retamas, 2022 HE.3 La resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejoran la resistencia sísmica en el diseño sismoestructural en un edificio multifamiliar de la, JR. Retamas, 2022 HE.4 La resistencia a la compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET mejora el comportamiento estructural en un edificio multifamiliar del JR. Retamas, 2022</p>	VARIABLE 1 Tereftalato de Polietileno	Dosificación	Porcentaje de adición de tereftalato de polietileno: 0.25 %, 0.7 %	<p>ENFOQUE: Cuantitativa</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Descriptivo simple</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION: Es cuasi experimental de corte transversal.</p> <p>POBLACION DE ESTUDIO: Edificios de 9 pisos ubicado en el Jr. Retamas San Juan de Lurigancho</p> <p>MUESTRA: Edificio ubicado en el Jr. Retamas San Juan de Lurigancho</p> <p>MUESTREO Por conveniencia</p>	<p>Ensayos de Laboratorio</p> <p>Revisión de Documentación</p>	<p>Ficha de recolección de datos brindada por el laboratorio</p>	
			VARIABLE 2: Diseño estructural sísmo resistente	Resistencia a la Compresión tracción y flexión de concreto con agregado PET	Rotura de muestras				<p>Modelación es ETAPS, Robot estructural, análisis dinámico, modales de vibración de la estructura.</p>
				Comportamiento estructural					
				Resistencia sísmica	Norma Técnica E.030, cortante basal, coeficiente de corte, espectro de aceleración				

Fuente: *Elaboración propia*

Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en un Edificio Multifamiliar, JR. Retamas, 2022

Anexo 4: PANEL FOTOGRAFICO

Descripción: Ensayo clasificación de suelos/ Granulometría

PROYECTO DE INVESTIGACION: Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022

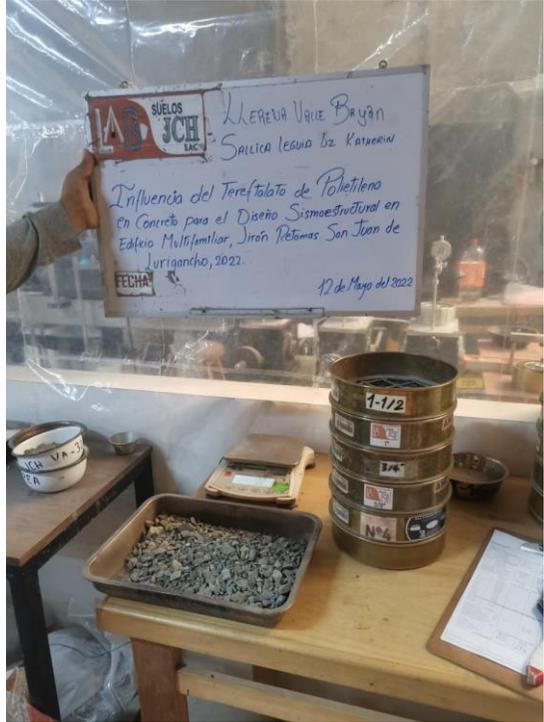
FIGURA N.º	1	Cuarteo de los agregados	FIGURA N.º	2	Cuarteo de los agregados	FIGURA N.º	3	Cuarteo de los agregados
Descripción			Descripción			Descripción		
Selección y cuarteo del agregado para su pesaje y tamizaje			Selección de ¼ de la muestra para el pesaje			Pesaje del agregado para su tamizaje		
								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: PANEL FOTOGRAFICO

Descripción: Ensayo clasificación de suelos/ Granulometría

PROYECTO DE INVESTIGACION: Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022

FIGURA N.º	4	Cuarteo de los agregados	FIGURA N.º	5	Cuarteo de los agregados	FIGURA N.º	6	Cuarteo de los agregados
Descripción			Descripción			Descripción		
Varillado de los agregados			Pesaje de los agregados			Tazado de los agregados		
								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: PANEL FOTOGRAFICO

Descripción: Preparación de las muestras para los ensayos

PROYECTO DE INVESTIGACION: Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022

FIGURA N.º	7	Adición de PET	FIGURA N.º	8	Adición de PET	FIGURA N.º	9	Adición de PET
Descripción			Descripción			Descripción		
Pesaje de los materiales para los ensayos			Pesaje de l aditivo para la muestra			Agregado del aditivo PET al concreto		
								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: PANEL FOTOGRAFICO

Descripción: Preparación de las muestras para los ensayos

PROYECTO DE INVESTIGACION: Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022

FIGURA N.º	10	Elaboración de probetas
Descripción		
Preparación de las 54 probetas de 4x8(18 patron,18 con el 0.25% de PEt y 18 con el 0.70% de PET)		
		

FIGURA N.º	11	Elaboración de probetas
Descripción		
Verificación de slump de 3 a 4 pulgadas		
		

FIGURA N.º	12	Elaboración de probetas
Descripción		
Etiquetado de las muestras para un mejor control		
		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: PANEL FOTOGRAFICO

Descripción: Ensayos de laboratorio

PROYECTO DE INVESTIGACION: Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022

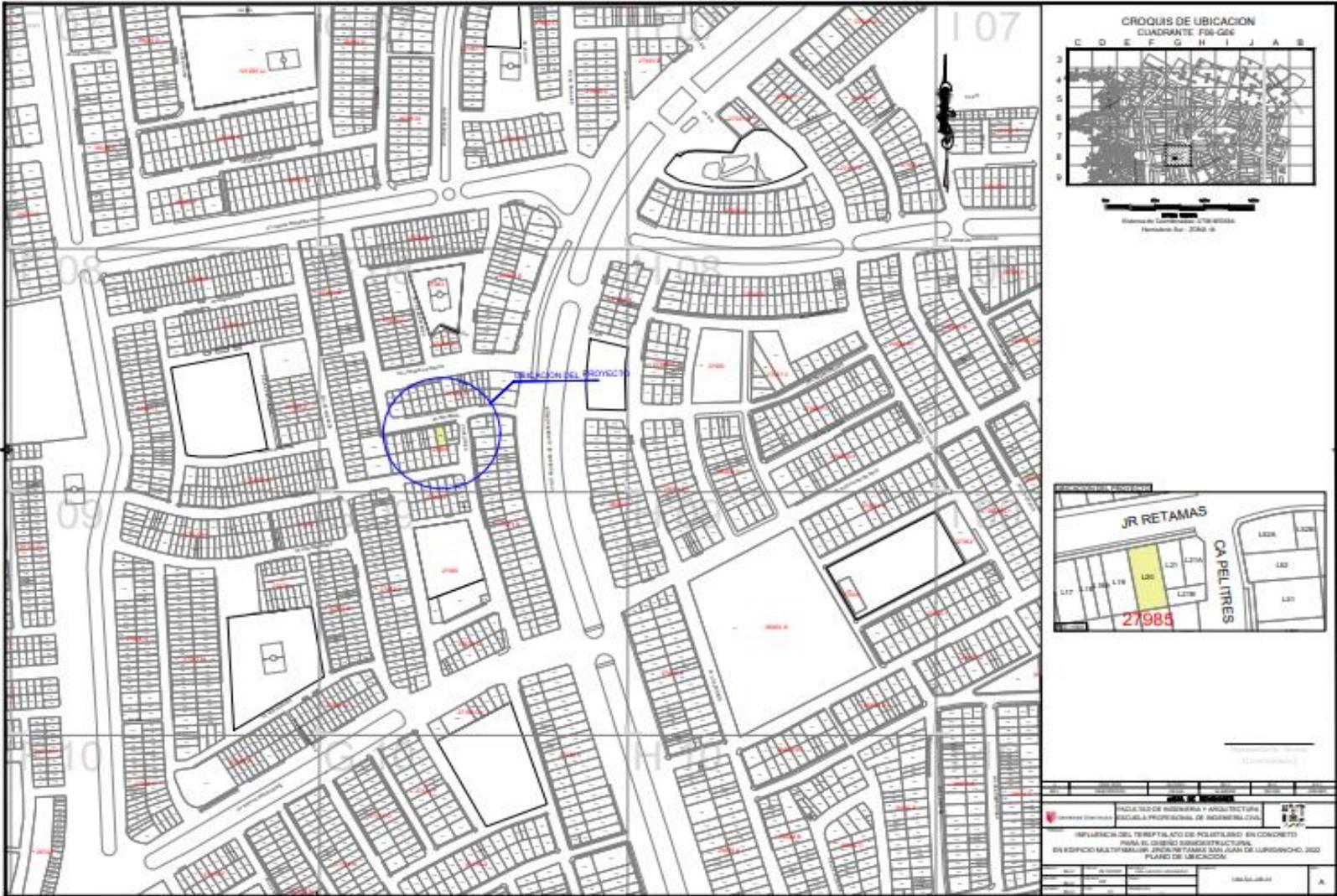
FIGURA N.º	13	Ensayos a compresión
Descripción		
Selección de las muestras para los ensayos de flexion tracción y compresion		
		

FIGURA N.º	14	Ensayos a compresión
Descripción		
Ensayos de compresión		
		

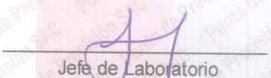
FIGURA N.º	15	Ensayos a tracción
Descripción		
Probetas luego de los ensayos de compresión y tracción		
		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: PLANO DE UBICACIÓN



Anexo 8: Certificados de calibración

 Punto de Precisión SAC	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 091-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2022-05-23	
1. Solicitante	: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Dirección	: AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: TAJ4001	
Número de Serie	: 8338110064	
Alcance de Indicación	: 4 000 g	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,1 g	
División de Escala Real (d)	: 0,1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: BAL-001	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2022-05-21	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA	
 LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106		
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com		
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,0	21,2
Humedad Relativa	63,8	64,8

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(* La balanza se calibró hasta una capacidad de 4 000,0 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 998,8 g para una carga de 4 000,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,1	0,05	0,10
2	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
3	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
4	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
5	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
6	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
7	2 000,0	0,09	-0,04	4 000,0	0,06	-0,01
8	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,08	-0,03
9	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,05	0,00
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,09	-0,04
Diferencia Máxima			0,04			
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-344-2022

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,09	-0,04	1 300,00	1 299,9	0,04	-0,09	-0,05
2		0,9	0,05	-0,10		1 299,9	0,03	-0,08	0,02
3		0,9	0,08	-0,13		1 300,0	0,08	-0,03	0,10
4		0,9	0,06	-0,11		1 300,0	0,05	0,00	0,11
5		1,0	0,09	-0,04		1 299,9	0,03	-0,08	-0,04
Error máximo permitido :							±	0,2 g	

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,09	-0,04						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,04	4,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
50,00	49,9	0,04	-0,09	-0,05	49,9	0,03	-0,08	-0,04	0,1
100,00	99,9	0,03	-0,08	-0,04	99,9	0,04	-0,09	-0,05	0,1
500,00	499,9	0,04	-0,09	-0,05	500,0	0,08	-0,03	0,01	0,1
700,00	699,9	0,03	-0,08	-0,04	700,0	0,05	0,00	0,04	0,2
1 000,00	999,9	0,04	-0,09	-0,05	1 000,0	0,09	-0,04	0,00	0,2
1 500,00	1 499,9	0,03	-0,08	-0,04	1 500,0	0,06	-0,01	0,03	0,2
2 000,00	2 000,0	0,09	-0,04	0,00	2 000,0	0,08	-0,03	0,01	0,2
3 000,00	3 000,1	0,05	0,10	0,14	2 999,9	0,04	-0,09	-0,05	0,3
4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,12	4 000,1	0,07	0,08	0,12	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,63 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,43 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,85 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 091-2022
Fecha de Emisión : 2022-05-18

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-003

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-05-16

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	23,0	23,1
Humedad Relativa	64,4	64,4

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

(* La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 984 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,3
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			0,3	0,3		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

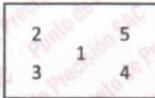
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-331-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns: Temp. (°C), Inicial, Final. Values: 23,0, 23,0

Main table for eccentricity test with columns: Posición de la Carga, Carga mínima (g), l (g), ΔL (g), Eo (g), Carga L (g), l (g), ΔL (g), E (g), Ec (g)

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns: Temp. (°C), Inicial, Final. Values: 23,0, 23,0

Main table for weighing test with columns: Carga L (g), CRECIENTES (l, ΔL, E, Ec), DECRECIENTES (l, ΔL, E, Ec), ± emp (g)

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R_corregida = R + 9,78x10^-8 x R

Incertidumbre

U_R = 2 sqrt(2,62x10^-1 g^2 + 1,49x10^-9 x R^2)

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

158-CT-T-2022

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 538-05-2022

Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Equipo : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS

Modelo : STHX-2A

Serie : 190546

Identificación : HOR-002 (*)

Ubicación : Área de Químicos

Procedencia : No indica

Tipo de Ventilación : Natural

Nro. de Niveles : 2

Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TCD
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2022-05-24

Lugar de Calibración : Instalaciones de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Apv. San Hilarion Lima - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú

Método utilizado: : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-05-26

Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 26/05/2022 13:21
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 27/05/2022 00:00
Firmado con www.tocapu.pe

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	188	195
Humedad Relativa %hr	72	69

Patrones de referencia:

Estes certificados de calibración documentan la trazabilidad metrológica los patrones nacionales, se realizan en las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares con incertidumbres del orden desde 0,10 °C hasta 0,2 °C.	Tipo K 104CT-T-2022
Patrones de Referencia a TSG	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,23 °C / 1,7 %hr	THR21 321
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0010 % y incertidumbres de U = 0,58	CCP-0899-001-21
Patrones de Referencia a METROIL	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,9 mm	L-0801-2021

Observaciones:

- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 01719-A y la fecha de calibración.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 10 min
- La calibración se realizó con 50% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron envases con muestras
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición **61,56 °C**
La máxima temperatura detectada **66,01 °C** y la mínima temperatura detectada **60,80 °C**
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma **CUMPLE** con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 110 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición **110,2 °C**
La máxima temperatura detectada **114,48 °C** y la mínima temperatura detectada **108,75 °C**

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,0	61,30	61,15	60,96	62,56	61,59	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,42	1,76
02	60,0	61,66	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,32	61,92	61,62	61,74	1,91
04	60,0	61,35	61,30	61,07	62,66	61,64	61,56	60,90	61,53	62,17	61,82	61,60	1,76
06	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
08	60,0	61,76	61,40	61,17	62,81	62,15	61,61	61,10	61,48	62,17	61,82	61,75	1,71
10	60,0	61,35	61,30	61,07	63,01	61,64	61,71	60,90	61,32	61,87	61,57	61,57	2,11
12	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
14	60,0	61,76	61,45	61,37	62,81	62,15	61,51	60,90	61,32	61,87	61,57	61,67	1,91
16	60,0	61,40	61,30	61,07	62,61	61,74	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,65	1,54
18	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
20	60,0	61,61	61,40	61,17	62,81	61,89	61,51	60,90	61,37	61,92	61,67	61,63	1,91
22	60,0	61,61	61,50	61,37	62,81	62,15	61,71	61,10	61,48	62,12	61,77	61,76	1,71
24	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,92	61,62	61,35	1,56
26	60,0	61,40	61,25	61,01	62,56	61,69	61,46	60,85	61,27	61,77	61,52	61,48	1,71
28	60,0	61,46	61,30	61,12	63,01	61,74	61,51	61,10	61,53	62,12	61,82	61,67	1,91
30	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,32	1,56
32	60,0	61,76	61,30	60,81	62,71	62,15	61,51	60,95	61,37	61,92	61,57	61,60	1,90
34	60,0	61,46	61,50	61,37	62,71	61,79	61,71	61,00	61,48	62,17	61,82	61,70	1,71
36	60,0	61,10	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
38	60,0	61,46	61,30	61,12	62,76	61,89	61,56	60,95	61,43	61,97	61,67	61,61	1,81
40	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,02	61,72	61,79	1,91
42	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,56	60,95	61,43	62,12	61,62	61,43	1,55
44	60,0	61,20	61,15	60,96	62,46	61,54	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,39	1,66
46	60,0	61,76	61,50	61,27	62,91	62,05	61,61	61,05	61,43	62,02	61,77	61,74	1,86
48	60,0	61,66	61,50	61,27	63,01	62,00	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82	61,78	1,91
50	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	61,05	61,17	62,07	61,52	61,38	1,55
52	60,0	61,46	61,25	61,17	62,71	61,84	61,61	60,80	61,43	61,77	61,62	61,56	1,91
54	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,00	61,48	62,07	61,82	61,79	2,01
56	60,0	61,46	61,35	61,22	62,71	61,79	61,71	61,05	61,48	62,17	61,72	61,67	1,66
58	60,0	61,15	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52	61,33	1,56
60	60,0	61,05	61,35	61,17	62,81	61,94	61,61	61,05	61,48	62,07	61,67	61,62	1,76
T.PROM	60,0	61,39	61,28	61,07	62,67	61,74	61,53	60,94	61,35	61,96	61,65	61,56	
T.MAX	60,0	61,76	61,50	61,37	63,01	62,15	61,71	61,10	61,53	62,17	61,82		
T.MIN	60,0	61,05	61,05	60,81	62,36	61,34	61,36	60,80	61,17	61,77	61,52		
DTT	0,0	0,71	0,45	0,56	0,65	0,81	0,35	0,30	0,36	0,40	0,30		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	63,01	0,24
Mínima Temperatura Medida	60,80	0,25
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,81	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,73	0,12
Estabilidad Medida (±)	0,405	0,020
Uniformidad Medida	2,11	0,13

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- 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.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 01719-A

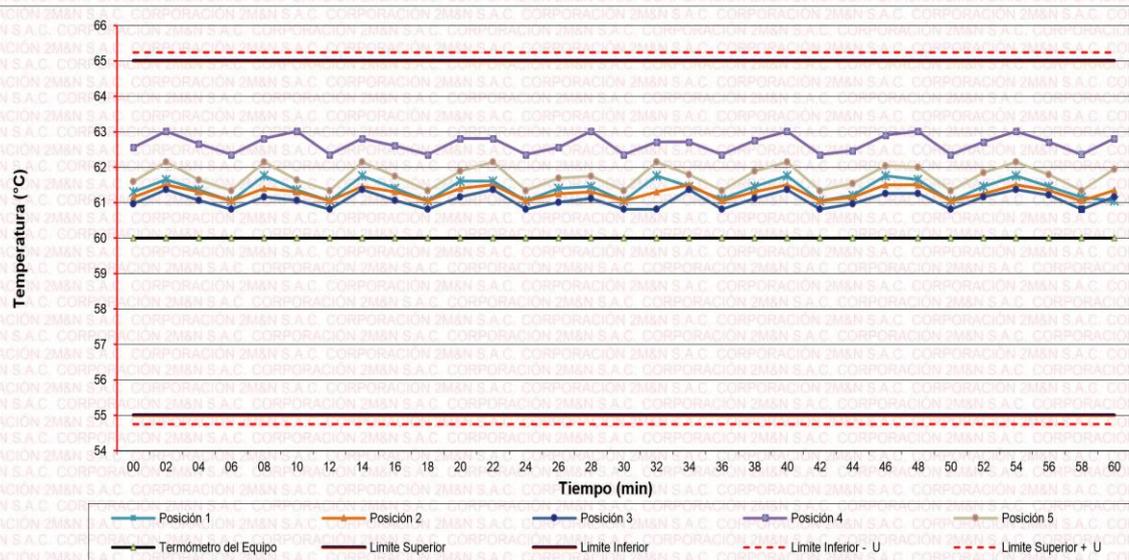
Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

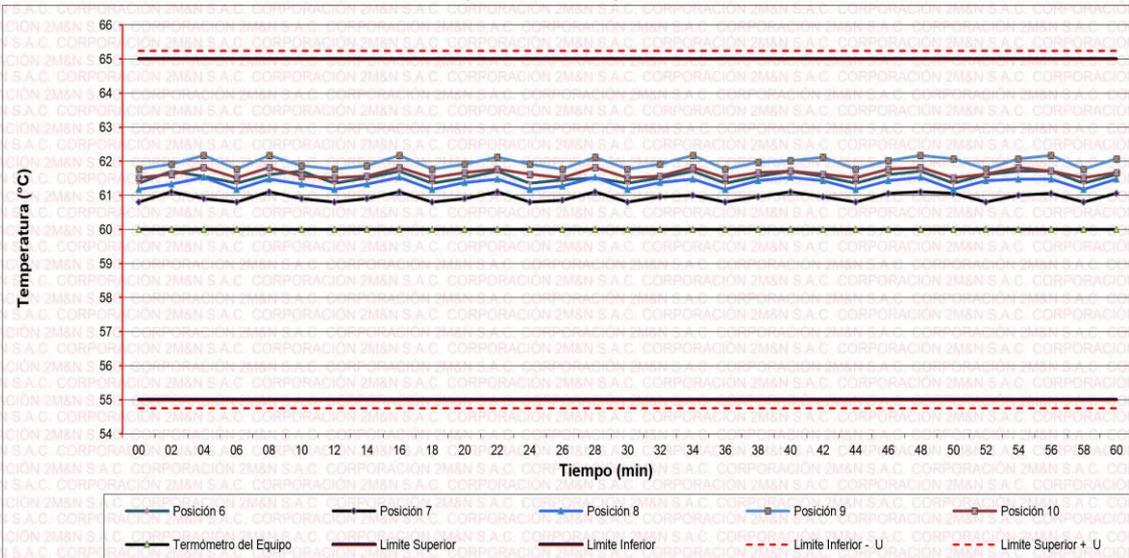
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,17	109,05	110,04	110,64	109,57	110,10	109,56	110,11	110,78	110,44	109,95	1,73
02	110,0	109,07	108,75	109,89	110,49	109,42	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,02	2,52
04	110,0	109,47	109,20	110,39	110,94	110,16	110,25	109,46	110,11	110,78	110,44	110,12	1,74
06	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,36	111,03	110,68	110,57	1,74
08	110,0	109,52	109,29	110,49	110,99	109,97	110,35	109,66	110,61	111,27	110,93	110,31	1,98
10	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
12	110,0	109,42	109,15	110,44	110,79	110,07	110,20	109,46	110,61	111,27	110,93	110,23	2,13
14	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,11	110,78	110,44	110,49	1,74
16	110,0	109,37	109,20	110,24	110,79	109,77	110,25	109,61	110,51	111,17	110,83	110,17	1,98
18	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,11	110,78	110,44	109,87	2,03
20	110,0	109,32	109,15	110,34	110,79	110,02	110,20	109,46	110,11	110,78	110,44	110,06	1,64
22	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,95	110,61	111,27	110,93	110,64	1,74
24	110,0	109,37	109,15	110,34	110,79	109,82	110,20	109,56	110,11	110,78	110,44	110,05	1,64
26	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	109,85	110,51	111,17	110,83	109,98	2,43
28	110,0	109,32	109,15	110,34	110,94	110,11	110,20	109,46	110,16	110,83	110,49	110,10	1,79
30	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,71	110,41	111,08	110,73	110,56	1,78
32	110,0	109,86	108,75	110,74	111,29	109,52	109,81	109,95	110,61	111,27	110,93	110,27	2,54
34	110,0	109,07	109,29	109,84	110,49	110,07	110,35	109,46	110,11	110,78	110,44	109,99	1,71
36	110,0	109,52	109,29	110,49	111,04	110,21	110,35	109,85	110,51	111,17	110,83	110,33	1,88
38	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	109,46	110,11	110,78	110,44	110,44	2,03
40	110,0	109,77	109,49	110,69	111,24	110,21	110,55	109,95	110,61	111,27	110,93	110,47	1,78
42	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,62	109,81	109,71	110,11	110,78	110,44	109,86	2,03
44	110,0	109,27	109,00	110,24	110,74	109,87	110,06	109,85	110,31	110,98	110,64	110,09	1,98
46	110,0	109,67	109,49	110,64	111,14	110,51	110,55	109,46	110,46	111,12	110,78	110,38	1,68
48	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	109,52	110,80	109,85	110,11	110,78	110,44	110,38	1,96
50	110,0	109,67	109,44	110,64	111,09	110,51	110,50	109,95	110,61	111,27	110,93	110,46	1,83
52	110,0	109,07	108,75	109,84	110,49	109,52	109,81	110,05	110,11	110,78	110,44	109,89	2,03
54	110,0	109,47	109,34	111,04	110,89	109,97	110,40	109,46	110,36	111,03	110,68	110,26	1,69
56	110,0	110,06	109,74	109,84	111,48	110,51	110,80	109,95	110,51	111,17	110,83	110,49	1,74
58	110,0	109,07	109,24	109,99	110,69	109,52	110,30	109,66	110,41	111,08	110,73	110,07	2,01
60	110,0	109,27	109,20	111,04	110,64	109,87	110,25	109,51	110,26	110,93	110,59	110,15	1,84
T. PROM	110,0	109,50	109,24	110,42	110,94	109,98	110,30	109,72	110,33	111,00	110,66	110,21	
T. MAX	110,0	110,06	109,74	111,04	111,48	110,51	110,80	110,05	110,61	111,27	110,93		
T. MIN	110,0	109,02	108,75	109,84	110,49	109,42	109,81	109,46	110,11	110,78	110,44		
DTT	0,0	1,04	0,99	1,20	0,99	1,09	0,99	0,59	0,50	0,49	0,49		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,48	0,24
Mínima Temperatura Medida	108,75	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,20	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,76	0,13
Estabilidad Medida (±)	0,60	0,02
Uniformidad Medida	2,54	0,12

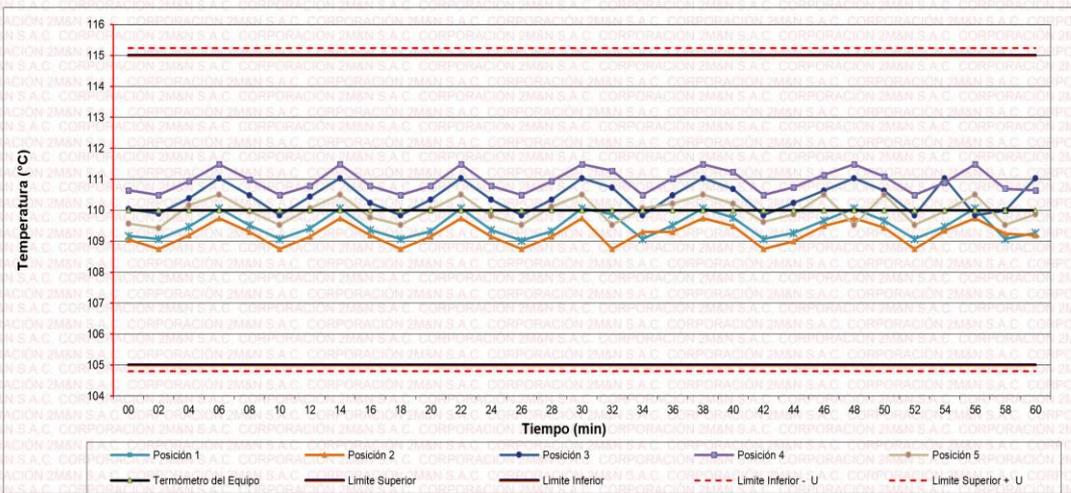
- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
- T.MAX: Temperatura máxima.
- T.MIN: Temperatura mínima.
- DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

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.

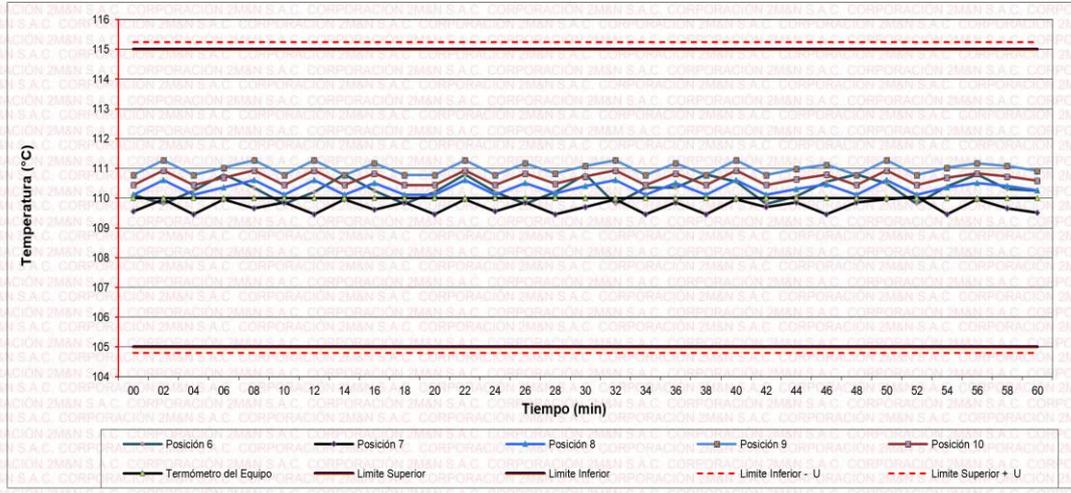
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



**Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C**



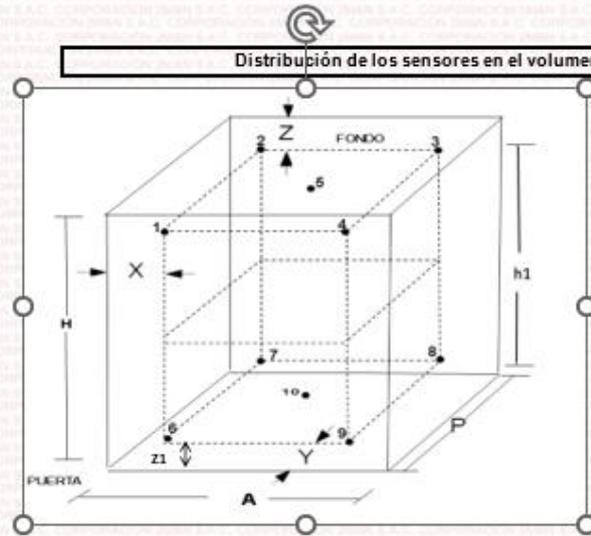
Cód. de Servicio: 01719-A

Cód. FT-T-03 Rev. 03

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



Dimensiones internas de la cámara

A= 56,0 cm

P= 45,0 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,6 cm Z= 14,0 cm

Y= 5,6 cm Z1= 8,5 cm

Distancias entre planos

h1= 33,5 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

- Distancia de la parrilla superior a: 31,0 cm por encima de la base interna.
- Distancia de la parrilla inferior a: 10,0 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 091-2022
Fecha de emisión : 2022-05-17

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : G&L LABORATORIO
Modelo de Prensa : STYE-2000
Serie de Prensa : 170251
Capacidad de Prensa : 2000 kN
Código de Identificación : SPE-007

Marca de indicador : MC
Modelo de Indicador : LM-02
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
16 - MAYO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	63	63

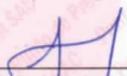
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 363 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,283	100,479	-0,28	-0,48	100,381	-0,38	-0,20
200	201,959	200,900	-0,98	-0,45	201,430	-0,71	0,53
300	301,654	302,007	-0,55	-0,67	301,831	-0,61	-0,12
400	401,937	401,074	-0,48	-0,27	401,506	-0,38	0,22
500	504,731	504,790	-0,95	-0,96	504,761	-0,94	-0,01
600	605,936	605,054	-0,99	-0,84	605,495	-0,91	0,15
700	704,788	704,984	-0,68	-0,71	704,886	-0,69	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9913x + 0,6127$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

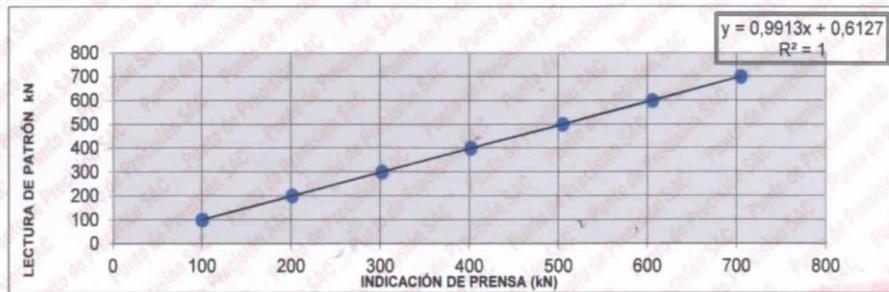


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-041-2022

Fecha de emisión: 2022-06-01
Expediente: 1219-2022

Página 1 de 3

SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2236 Avp.
San Hilarión Lima - San Juan de Lurigancho - Lima

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología y patrones trazables a patrones nacionales y patrones de referencia (DM-INACAL).

UNIDAD BAJO PRUEBA : PIE DE REY
Marca : INSIZE
Modelo : 1108-300W
Cód. fábrica : No Indica
Número de serie : 1002171539
Cód. de identificación : EML-003
Ubicación : No Indica
Alcance Indic. : 0 mm a 300 mm;
0 in a 12 in
Resolución : 0,01 mm; 0,0005 in
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : No Indica

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

DE LA CALIBRACIÓN
Fecha : 2022-06-01
Lugar : Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método : Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuran en este documento.

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	20,0 °C ± 2,0 °C
--------------------	------------------

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-074-2019 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Varillas Cilíndricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
Patrones de referencia del INACAL-DM	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" en el instrumento.
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



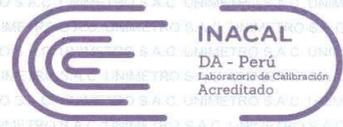
Ing. Moisés A. Inga Chuco
Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498
Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-022**



Registro N° LC - 022

Certificado de Calibración N° CL-041-2022

Página 2 de 3

RESULTADOS DE MEDICIÓN

ERROR DE REFERENCIA INICIAL (I): 0 μm

ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY PARA MEDICION DE EXTERIORES

VALOR PATRÓN (mm)	PROMEDIO DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY (mm)	ERROR (μm)
0,000	0,000	0
50,000	50,010	10
100,000	100,004	4
150,000	150,011	11
200,000	200,021	21
300,001	300,031	30

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) (μm)
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) (μm)
300,00	10

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (SI-E) (μm)
30,00	-53

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (Sp-E) (μm)
30,00	27

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) (μm)
9,98	0



INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM; #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com

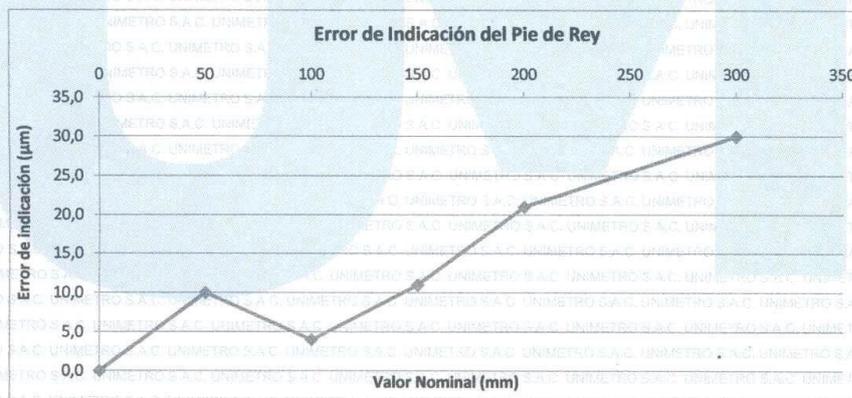
VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) (µm)
30,00	0

VALOR PATRÓN (mm)	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) (µm)
5,00	10

Incertidumbre del error de indicación del pie de rey: $[(32,62^2 + 0,008^2 * L^2)]^{1/2} \mu\text{m}$

L: indicación del pie de rey expresado en milímetros

- Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores (SE-I)
- Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de Indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P)
- Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 30 \mu\text{m}$, según norma DIN 862-1988.



FIN DEL DOCUMENTO

INGENIERÍA EN METROLOGÍA

Av. Gran Chimú N° 451 Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho - Lima

Tel.: 376-8271 Cel.: 998446498 Entel: 981 421 743 RPM: #998446498

Web: www.unimetrosac.com E-mail: ventas@unimetrosac.com / unimetrosac@hotmail.com