



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

INFORME DE INVESTIGACIÓN

“Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Ortega Chiroque, Mijail Fabricio

<https://orcid.org/0000-0001-7287-1129>

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi madre que su amor
y sabiduría ha sido muy importante
en mis años de universidad.

AGRADECIMIENTO

A mi familia que siempre
confió en mí y a todos los
que hicieron posible esta tesis.

ÍNDICE

Carátula	
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de Contenidos	IV
Índice de tablas	V
Índice de figuras	VI
Resumen	VII
Abstract	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y diseño de investigación	19
3.2 Variables y operacionalización	19
3.3 Población, muestra y muestreo	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos	24
3.7 Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIONES	40
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de Resistencia a la Rotura de los torones.	12
Tabla 2. Requisitos de Limite de Fluencia de los torones.	13
Tabla 3. Relación de diámetro entre alambre central y alambres externos.	13
Tabla 4. Tipos, formas y periodo de aparición de las fisuras y grietas en el concreto.	17
Tabla 5. Clasificación por ancho de fisuras y/o grietas.	18
Tabla 6. Distribución de la cantidad de vigas que se someterán al ensayo de flexión de acuerdo a los días establecidos.	26
Tabla 7. Distribución de la cantidad de probetas que se someterán al ensayo de comprensión de acuerdo a los días establecidos.	26
Tabla 8. Valores de diseño	28
Tabla 9. Resultados del diseño de mezcla	29
Tabla 10. Resultados a la compresión a 7 días del vaciado.	31
Tabla 11. Resultados a la compresión a 14 días del vaciado.	32
Tabla 12. Resultados a la compresión a 28 días del vaciado.	32
Tabla 13. Resultados de las vigas postensadas no adheridas (7 días)	34
Tabla 14. Resultados de las vigas convencionales (7 días)	34
Tabla 15. Resultados de las vigas postensadas no adheridas (14 días)	35
Tabla 16. Resultados de las vigas convencionales (14 días)	36
Tabla 17. Resultados de las vigas postensadas no adheridas (28 días)	37

Tabla 18. Resultados de las vigas convencionales (28 días)	37
Tabla 19. Patrón de agrietamiento (7 días)	38
Tabla 20. Patrón de agrietamiento (14 días)	39
Tabla 21. Patrón de agrietamiento (28 días)	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Viga de concreto armado	9
Figura 2. Vigas de celosía	9
Figura 3. Viga simplemente apoyada	9
Figura 4. Dimensiones para el pre dimensionamiento de una viga.	10
Figura 5. Sistema postensado	11
Figura 6. Torón de capa simple.	12
Figura 7. Representación de una carga puntual y distribuida.	14
Figura 8. Diagrama de deformaciones.	15
Figura 9. Fórmula para Momento de Agrietamiento.	16
Figura 10. Viga con el concreto aplastado en la zona superior.	16
Figura 11. Montaje del ensayo a flexión	24
Figura 12. Fabricación de la armadura	27
Figura 13. Desmoldante colocado en el molde	27
Figura 14. Pesaje de los agregados para el concreto	28
Figura 15. Ensayo de asentamiento	29
Figura 16. Vaciado de concreto	29
Figura 17. Resistencia del concreto a través del tiempo.	33
Figura 18. Dial con brazo para medir la deflexión	33

Figura 19. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 7 días del vaciado.	35
Figura 20. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 14 días del vaciado.	36
Figura 21. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 28 días del vaciado.	38

RESUMEN

En el presente trabajo se tiene como objetivo identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas. Esta es una investigación aplicada no experimental porque se va a utilizar un ensayo ya normado. Se utilizarán un total de 18 vigas de concreto armado para someterlas al ensayo a flexión a 7, 14 y 28 días del vaciado y 9 probetas cilíndricas para someterlas al ensayo a compresión y saber la resistencia del concreto al momento de los ensayos. Se medirán la deflexión de estas vigas, las zonas y formas de las grietas que se formarán al momento del ensayo para luego organizarlas en cuadros y gráficos que nos ayudarán a comprobar o negar la hipótesis. Después de trabajar los resultados del laboratorio se puede concluir que si existen diferencias mínimas en el comportamiento a flexión entre las vigas convencionales y las vigas postensadas, en cambio en el patrón de agrietamiento la zona y la forma fueron idénticas por otra parte todas las vigas sufrieron la rotura.

Palabras claves: vigas, concreto, postensado, flexión, agrietamiento.

ABSTRACT

The objective of the present work is to identify the differences in relation to the bending behavior and the cracking pattern between conventional and post-tensioned non-adhered beams. This is non-experimental applied research because a standardized test will be used. A total of 18 reinforced concrete beams will be used to be subjected to the bending test at 7, 14 and 28 days after casting and 9 cylindrical specimens to be subjected to the compression test and to know the strength of the concrete at the time of the tests. The deflection of these beams, the areas and shapes of the cracks that will be formed at the time of the test will be measured and then organized in tables and graphs that will help us to verify or deny the hypothesis. After working on the results of the laboratory, it can be concluded that if there are minimal differences in the bending behavior between the conventional beams and the post-tensioned beams, in contrast to the cracking pattern the zone and the shape were identical, on the other hand, all the beams suffered. the break.

Keywords: beams, concrete, post-tensioned, bending, cracking.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática: La continua mejora del concreto ha permitido aplicar diferentes sistemas constructivos que aumentan la eficacia de este material a nivel estructural. La reducción del agrietamiento en forma y tamaño que se forma en el concreto por su misma condición es uno de los avances que nos ofrece el concreto postensado.

El concreto con sistema postensado no adherido por medio del uso de cables de acero que normalmente están recubiertos de un plástico y grasa, se sujeta a fuerzas contrarias a las cargas de servicio a las que será sometida. El tensado de cables para provocar estas fuerzas se realiza después de que el concreto haya fraguado y alcanzado la resistencia mínima para realizar esta tarea.

Se tiene en consideración como la primera aplicación del pre esfuerzo como idea a una estructura cuando P.H Jackson en California en 1886 trató de mantener unido dos bloques de concreto pasando de un extremo a otro un tirante atornillado.

El francés Eugéne Freyssinet en 1927 inició el camino del cálculo del concreto preesforzado al dar la metodología para la valoración de las pérdidas del preesfuerzo. Al mismo tiempo, pero en España Eduardo Torroja inicia sus propios estudios sobre esta concreto y en 1958 los dos ingenieros fundan la “Federación Internacional del Hormigón Pretensado”.

En 1947 empezó el proyecto para la construcción del puente Fortaleza a cargo del ing. Pedro Lainez Lozada, una estructura colgante para la cual se empleó vigas de concreto preesforzado.

En la actualidad en el Perú no se hacen investigaciones basadas en ensayos sobre el concreto postensado y por consiguiente es muy escasa la bibliografía en revistas, libros o artículos.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones en el apartado de Estructuras se encuentra la norma E-060 donde en el capítulo 18 se habla del concreto preesforzado.

Es así que nos vemos en la necesidad de aportar al estudio experimental de elementos estructurales con concreto preesforzado.

Lo que se va a buscar en la investigación es reconocer las diferencias del comportamiento a flexión y el patrón de agrietamiento entre una viga de concreto convencional y una viga de concreto postensado no adherido.

Formulación del problema: Señala Ackoff (1967) “Un problema correctamente planteado está resuelto en parte; a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria. El investigador debe ser capaz no sólo de conceptualizar el problema sino también de escribirlo en forma clara, precisa y accesible.” El **problema general** se representa por la siguiente pregunta ¿Cuáles son las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021? De la cual obtenemos los siguientes **problemas específicos:** ¿Cuáles son las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021?

¿Cuáles son las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021?

¿Cuáles son las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre una viga convencional y una postensada no adherida, Lima - 2021?

¿Cuáles son las diferencias con relación a la zona de grietas entre una viga convencional y una postensada no adherida, Lima - 2021?

Justificación del estudio: Según Sampieri (2003) “Además de los objetivos y las preguntas de investigación, es necesario justificar el estudio exponiendo sus razones. La mayoría de las investigaciones se efectúan con un propósito definido, no se hacen simplemente por capricho de una persona; y ese propósito debe ser lo suficientemente fuerte para que se justifique su realización.”

La justificación práctica de esta investigación es aportar al estudio del concreto con sistema postensado no adherido en nuestro país frente al concreto convencional utilizado en vigas ante su comportamiento a flexión y patrón de agrietamiento.

La justificación teórica de esta investigación es indagar sobre los aportes y teorías que existen sobre el preesfuerzo en otros países. Y a partir de los ensayos

que se realizarán observar los beneficios o pérdidas de uno y otro sistema para ayudar tomar una mejor decisión al escoger alguno de estos para una obra.

La justificación social de esta investigación viene a partir de los resultados que se obtengan ya que Lima al estar en un país altamente sísmico es importante que las vigas que se utilicen puedan soportar sismos severos.

La justificación económica de esta investigación es demostrar cual sistema ayudar a reducir costos, sabemos que el sistema postensado ayuda a disminuir dimensiones que ayuda a disminuir materiales, pero el uso de los componentes e instrumentos pueden variar el precio final.

Objetivo del estudio: Según Sampieri (2003) “estudio tienen la finalidad de señalar a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio.” El **objetivo general** de esta investigación es: Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021. Tenemos como **objetivos específicos** de esta investigación es: Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021. Identificar las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021. Identificar las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021. Identificar las diferencias con relación a la zona de grietas entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

Hipótesis de estudio: según Sampieri (2003) “Una hipótesis son las guías precisas hacia el problema de investigación o fenómeno que se estudia. Es posible tener una o varias hipótesis, o definitivamente no tener ninguna.” La **hipótesis general** es Las diferencias con relación al comportamiento a flexión y el patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensada no adheridas, Lima – 2021.

Para reforzar la hipótesis general tenemos las siguientes **hipótesis específicas:** Las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

Las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

Las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

Las diferencias con relación a la zona de grietas entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Nacionales: Quintanilla D. (2016) tiene como **objetivo principal** estudiar el comportamiento a flexión de dos vigas de sección “T” de concreto postensado con tendones adheridos y dos vigas de sección “T” de concreto postensado con tendones no adheridos. El **método de investigación** fue experimental. Como **resultado** se obtuvo que las vigas tuvieron un promedio de 100 mm de flexión pura. De los ensayos **se concluyó** que el comportamiento a flexión de las vigas es similar.

Manturano V. (2017) tiene como **objetivo principal** estudiar estructuralmente el sótano del hotel en cuestión en el programa ETABS variando las dimensiones de esta en el espesor y área. El **método de investigación** fue de tipo aplicada, la población de estudio fueron edificios ubicados mayormente en Miraflores, Jesús María y Magdalena y su muestreo fue el Hotel La Paz en Miraflores. Como población son las edificaciones con características similares para sótanos. Como **resultado** se obtuvo que las losas postensadas tuvieron menos deflexión y presentaron menos grietas. Del modelamiento **se concluyó** que la aplicación del sistema postensado controla las deflexiones que normalmente se contrarresta aumentando el peralte de las losas.

Quispe K. (2018) tiene como **objetivo principal** estudiar los factores que propician la fisuración en el concreto, se explican las causas y la clasificación de las fisuras y/o grietas de acuerdo a su abertura. Además, se explica cómo se reparó de manera sostenible las fisuraciones con epoxis, poliuretanos, acrílicos, siliconas, entre otros el caso de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El **método de investigación** fue explicativo. Llegando a la **conclusión** que es factible adaptar las técnicas usadas en Argentina en nuestro país.

Soto L. (2018) tiene como **objetivo principal** determinar la reducción del daño a la resistencia estructural con la aplicación de concreto postensado en vigas en el Distrito de Carabayllo, Lima. El método de investigación fue de tipo **aplicada**. Como **resultados** obtuvo que comparar vigas peraltadas con vigas postensadas es muy importante en el pre dimensionamiento. Llegó a la **conclusión** que al tener menores

desplazamientos la edificación tiende a tener menores deformaciones permaneciendo en el rango inelástico.

Antecedentes Internacionales: Meza L. (2017) tiene como el **objetivo principal** estudiar el concreto preesforzado en sus variantes de pretensado y postensado identificando los aspectos más importantes, características, las pérdidas de preesfuerzo y aplicaciones de cada uno en la construcción. El **método de investigación** fue explicativo, la población fue el concreto y el muestreo el concreto preesforzado. Llegó a la **conclusión** que es necesario estudiar el preesfuerzo reconociendo que se está volviendo indispensable en la construcción ya que se trata de adquirir mayor eficiencia al concreto.

Villa I. (2017) tiene como el **objetivo principal** analizar la resistencia al corte en vigas de hormigón armado y hormigón pretensado, con y sin armadura de cortante, midiendo las cargas que pueden soportar y la flexión y el tipo de falla que ocurriría. El **método de investigación** fue aplicada. Como población usa a todas las vigas de concreto. Como **resultado**, obtiene que las diferencias de entre las cargas de falla teóricas esperadas y las obtenidas de la practicas se debe a diferentes causas. Llegó a la **conclusión** que el estudio de los materiales que conforman el concreto pretensado permitió conocer las principales propiedades del preesfuerzo en general y demostró que es mucho más resistente al corte que el concreto armado convencional.

Iván Villa en su trabajo analiza el comportamiento por cortante de cuatro variantes de vigas, concreto armado y concreto pretensado con y sin estribos. Analiza el comportamiento del cortante de las vigas en la teoría para compararlas con los ensayos calculando el refuerzo y las cargas de falla. Detalla además los materiales que se usaron para la elaboración de las vigas. El concreto se realizó para una resistencia de 400 kg/cm². Las vigas de concreto armado sin estribos soportaron una carga de 16 379 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 7.27 mm en promedio y el tipo de falla fue por cortante. Las vigas de **concreto armado con estribos** soportaron 18 548.67 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 12.27 mm en promedio y el tipo de falla fue por flexión y cortante. Las vigas de concreto pretensado sin estribos soportaron una carga de 23 507 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 7.63 mm en promedio y el tipo de falla fue por cortante. **Las vigas**

de concreto pretensado con estribos soportaron una carga de 27 971 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 9.87 mm y el tipo de falla fue por cortante.

Hurtado J. (2018) tiene como **objetivo principal** determinar mediante la comparación técnica-económica una losa de concreto armado y una losa de concreto postensado. El **método de investigación** fue de tipo inductivo. Como población usa a las losas de concreto. Como **resultado**, define que el cambio de un sistema a otro no afecta la ductilidad del edificio. Finalmente **concluye** que con el sistema postensado se reduce los costos un 25% y también existe un ahorro de tiempo ya que permite desencofrar mucho antes que con solo el concreto armado.

Reyes E. (2014) tiene como **objetivo principal** estudiar el comportamiento de vigas de sección compuesta de madera guadua y pino y realiza ensayos de flexión para determinar su resistencia, ductilidad y el módulo de elasticidad. El **método de investigación** fue de tipo experimental. Como **resultado** se evidencia que las probetas laminadas se desempeñan mejor que las que son solo de pino en cuanto a la ductilidad, deflexión y sobre todo el módulo de elasticidad. Como **conclusión** describe que al hacer las laminillas de guadua se desperdició mucho material, pero permitió mayores deflexiones que el pino, por eso es importante promover el uso de la guadua por medio de los campesinos.

Davey M. (2015) construye dos vigas anchas, bajo el reglamento australiano, conectadas a columnas bajo cargas sísmicas con el **objetivo principal** de compararlas y averiguar cual se desempeña mejor bajo cargas sísmicas. El **método de investigación** fue de tipo experimental. Como **resultados** se obtuvo que en la muestran una alta rigidez y alta ductibilidad en ambas direcciones. Llegando a distintas **conclusiones** de la cual la más resaltante fue que la ductilidad en las vigas afecta negativamente el rendimiento sísmico en las conexiones entre viga y columna.

Parra C. (2014) tiene como **objetivo principal** estudiar los procesos de producción y diseño de estructuras de concreto preesforzado. El **método de investigación** fue de tipo descriptivo. Como población usa a los procesos y métodos de fabricación del concreto preesforzado. Como **resultado**, nos dice que las estructuras de concreto preesforzado tienen una versatilidad y calidad que otros sistemas no

logran. Finalmente **se concluye** que las ventajas son mayores que las desventajas con el concreto preesforzado.

Alsharari F. (2021) tiene como **objetivo principal** estudiar la fatiga producida por daños ambientales y sobrecargas aplicadas previamente a la que someterán a las vigas de concreto y vigas postensadas- El **método de investigación** fue de tipo experimental. Como población se utiliza las vigas de concreto armado y vigas postensadas. Como **resultado**, obtuvo que dependiendo el tipo de daño al que fueron expuestas las vigas, el patrón de grietas difiere significativamente. Finalmente **se concluye** que las grietas producidas por las sobrecargas son menores a las producidas por las vigas sometidas a daños ambientales.

Alsharari F. (2020) tiene como **objetivo principal** evaluar el efecto de los tendones postensados externamente sobre la resistencia última y el comportamiento a la fatiga de las vigas. El **método de investigación** fue de tipo experimental. Como población se utiliza las vigas de concreto armado y vigas postensadas. Como **resultado** se obtuvo que la fuerza PT externa mejoró el comportamiento de flexión de la muestra reforzada al aumentar la capacidad de la viga y reducir la deformación por tracción en el ala inferior de la viga de acero. Finalmente **se concluye** que el espécimen fatigado reforzado experimento una reducción en la rigidez en comparación al espécimen no fatigado reforzado.

Teorías relacionadas al tema: Según Blanco (2011): Las **Vigas de concreto armado** son "elementos de soporte o apoyo de la losa, la cual transfiere su carga a dicha viga además de estar sujeta a la influencia de otras cargas tales como su propio peso, peso de tabiques y otros"

Se puede utilizar como parte de un marco rígido en columnas o para sostener losas. En las vigas de concreto armado las varillas de acero corrugado contrarrestan las fuerzas de flexión y el concreto absorbe las cargas de compresión. Y como también soportan esfuerzos cortantes es necesario reforzar los tercios de los extremos de la viga.

Para estar seguros que este elemento trabaje a flexión debe tener un peralte mayor, pero debe estar de acuerdo a lo requerido en el proyecto y en ocasiones el requerimiento de materiales aumenta el costo.

Si se quiere reducir el peralte se puede pensar en aumentar el área de acero para así compensar la resistencia flexión.

El diseño de vigas y del casco estructural en general dependerá bastante de la experiencia que tenga el calculista del proyecto.

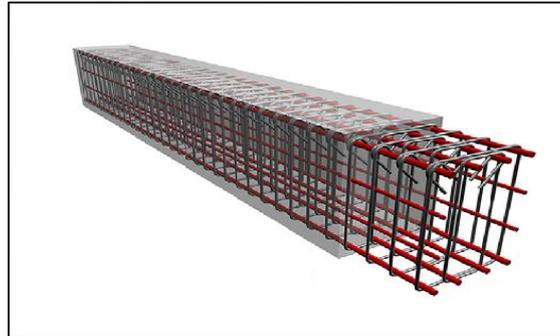


Figura 1. Viga de concreto armado.

Clasificación de vigas: Se clasifican por su forma y condición estática.

Por su forma pueden ser de alma llena donde la sección de la viga es constante a lo largo de esta (rectangulares, trapezoidales, circulares) y viga de celosía que están formadas por un sistema reticulado de diagonales, montantes y cordones unidos por rótulas.

Por su condición estática pueden ser isostáticas que son las vigas donde las reacciones pueden ser resueltas con las ecuaciones de equilibrio, tenemos a las vigas simplemente apoyada, con un extremo en voladizo, articuladas, etc. y vigas hiperestáticas que tienen más reacciones de las necesarias y gracias a esto el movimiento es nulo.

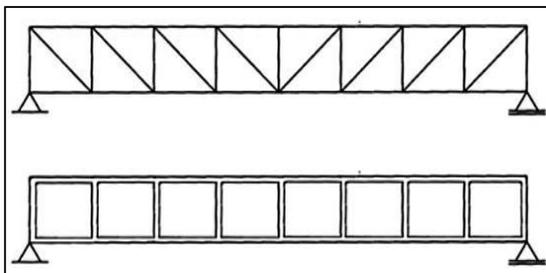


Figura 2. Vigas de celosía

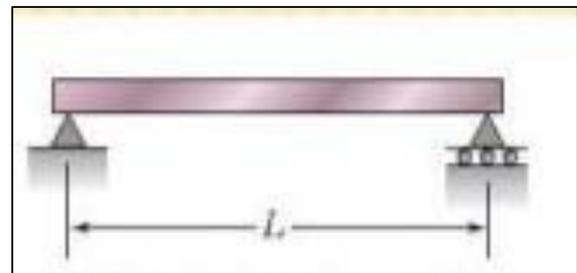


Figura 3. Viga simplemente apoyada

Características físicas de una viga: Las vigas que mayormente se utilizan están compuestas por cuatro tiras angulares y se entrecruzan para dar unión y soporte. Los materiales deben ser flexibles, resistentes y duraderos.

Las vigas de concreto armado tienen un peso mayor con respecto a las vigas de madera o de acero, se pueden trabajar con el sistema pretensado o postensado, este último será una de nuestras muestras, de acuerdo a lo requerido al proyecto. Se utilizan por que se adaptan mejor a las tensiones del terreno.

Para el pre dimensionamiento de una viga el peralte puede ser de orden $1/10$ o $1/12$ de la luz libre y según Norma E-060 el ancho puede variar entre 0.3m a 0.5m y para vigas que estén conectadas con elementos no estructurales el ancho mínimo puede ser de 0.25m.

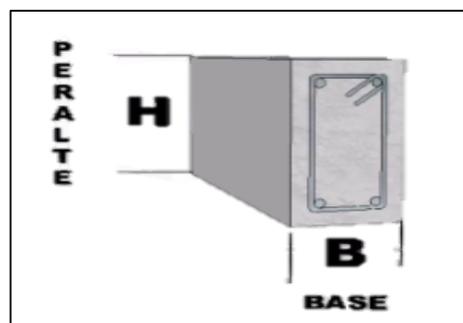


Figura 4. Vigas – Pre dimensionamiento

Viga postensada no adherida: Según Bellido (2004): "En una viga postensada, el momento de preesfuerzo controla la fisuración hasta un determinado nivel de cargas previamente establecido".

Las fuerzas que provocan estos momentos están en sentido contrario a la aplicación de las cargas de servicio que soporta el elemento estructural.

Según el ACI al concreto preesforzado se le somete a fuerzas internas que logran que los esfuerzos resultantes producidos por las cargas externas logren el equilibrio deseado.

Dentro del concreto preesforzado existen dos sistemas, el Pretensado y el Postensado y este último se subdivide en Sistema Adherido y Sistema no Adherido.

El sistema postensado no adherido consiste en la protección en forma de armadura con materiales que no causan adherencia con el hormigón normalmente es una vaina plástica y grasa para cubrir a los cables de acero de la corrosión. Este sistema logra mayores luces con menos peraltes en la losa y/o vigas. Con diferencia al sistema adherido, el sistema no adherido utiliza menos cables de acero, pero aumenta la cantidad de acero de pasivo ya que aumenta la cantidad de anclajes.

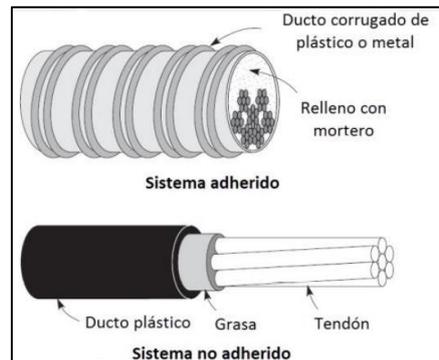


Figura 5. Sistema postensado

La resistencia del concreto a la tracción se puede expresar como el Módulo de Rotura (MR), este valor suele ser el 10% a 20% de la resistencia a la compresión dependiendo de las dimensiones, volumen de los agregados, pero para tener un valor más exacto se utiliza ensayos en laboratorios (ASTM C78 o ASTM C293). Para el sistema postensado normalmente se utiliza un concreto de alta resistencia (280 kg/cm²) ya que este tipo de concreto sufre menos con las grietas por contracción, de igual manera se debe seguir todos los requerimientos para un buen resultado como un buen vibrado y mano de obra calificada para este tipo de sistema.

Los torones son la unión de 7 cables de acero que deben tener ciertos requisitos para la resistencia a la rotura, al límite de fluencia y cumplir una relación de diámetro entre el cable central y los que le rodean. Según el ASTM A416M: “Un grupo de alambres que tiene un alambre central encerrado firmemente por seis alambres exteriores colocados en forma helicoidal con una pendiente de no menos de 12 y no más de 16 veces el diámetro nominal del torón”.

Los torones deben ser tensados por los gatos de tensado que pueden ser multitorón o monotorón según se necesite, estas máquinas han evolucionado para facilitar su

uso, como por ejemplo en zonas confinadas o dependiendo de la calidad del material de los cables.

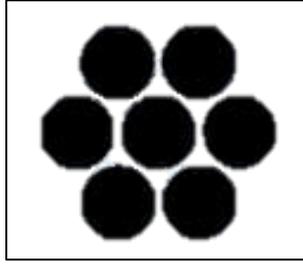


Figura 6. Torón de capa simple.

Tabla 1. Requisitos de Resistencia a la Rotura de los torones.

Designación de Torón N°	Diámetro de Torón, mm[in.]	Resistencia a la Rotura Mínima del Torón, KN[lbf]	Área de Acero del Torón, mm ² [in. ²]	Peso del Torón kg/1000 m[lb/1000 ft]
Grado 1725 [250]				
6	6.4 [0.250]	40.0 [9 000]	23.2 [0.036]	182 [122]
8	7.9 [0.313]	64.5 [14 500]	37.4 [0.058]	294 [197]
9	9.5 [0.375]	89.0 [20 000]	51.6 [0.080]	405 [272]
11	11.1 [0.438]	120.1 [27 000]	69.7 [0.108]	548 [367]
13	12.7 [0.500]	160.1 [36 000]	92.9 [0.144]	730 [490]
15	15.2 [0.600]	240.2 [54 000]	139.4[0.216]	1094 [737]
Grado 1860 [270]				
9	9.53 [0.375]	102.3 [23 000]	54.8 [0.085]	432 [290]
11	11.11 [0.438]	137.9 [31 000]	74.2 [0.115]	582 [390]
13	12.70 [0.500]	183.7 [41 300]	98.7 [0.153]	775 [520]
13a	13.20 [0.520]	200.2 [45 000]	107.7 [0.167]	844 [568]
14	14.29 [0.563]	230.0 [51 700]	123.9 [0.192]	970 [651]
15	15.24 [0.600]	260.7 [58 600]	140.0 [0.217]	1102 [740]
18	17.78 [0.700]	353.2 [79 400]	189.7 [0.294]	1487 [1000]

Fuente: *ASTM A 416*

Tabla 2. Requisitos de Limite de Fluencia de los torones.

Designación de Torón N°	Diámetro de Torón, mm[in.]	Carga inicial, KN[lbf]	Mínima Carga a Extensión de 1% KN[lbf]	
			Baja Relajación	Relajación Normal
Grado 1725 [250]				
6	6.4 [0.250]	4.0 [9 00]	36.0 [8 100]	34.0 [7 650]
8	7.9 [0.313]	6.5 [1 450]	58.1 [13 050]	54.7 [12 300]
9	9.5 [0.375]	8.9 [2 000]	80.1 [18 000]	75.6 [17 000]
11	11.1 [0.438]	12.0 [2 700]	108.1 [24 300]	102.3 [23 000]
13	12.7 [0.500]	16.0 [3 600]	144.1 [32 400]	136.2 [30 600]
15	15.2 [0.600]	24.0 [5 400]	216.2 [48 600]	204.2 [45 900]
Grado 1860 [270]				
9	9.53 [0.375]	10.2 [2 300]	92.1 [20 700]	87.0 [19 550]
11	11.11 [0.438]	13.8 [3 100]	124.1 [27 900]	117.2 [26 350]
13	12.70 [0.500]	18.4 [4 130]	165.3 [37 170]	156.1 [35 100]
13a	13.20 [0.520]	20.0 [4 500]	180.1 [40 500]	170.1 [38 250]
14	14.29 [0.563]	23.0 [5 170]	207.0 [46 530]	195.5 [43 950]
15	15.24 [0.600]	26.1 [5 860]	234.6 [52 740]	221.5 [49 800]
18	17.78 [0.700]	35.3 [7 940]	318.0 [71 500]	300.2 [67 500]

Fuente: *ASTM A 416*

Tabla 3. Relación de diámetro entre alambre central y alambres externos.

Designación de Torón N°	Diámetro de Torón, mm[in.]	Mínima Diferencia Entre el Diámetro del Alambre Central y el Diámetro de Cualquier Alambre Externo, mm[in.]
Grado 1725 [250]		
6	6.4 [0.250]	0.025 [0.001]
8	7.9 [0.313]	0.038 [0.0015]
9	9.5 [0.375]	0.051 [0.002]
11	11.1 [0.438]	0.064 [0.0025]
13	12.7 [0.500]	0.076 [0.003]
15	15.2 [0.600]	0.102 [0.004]
Grado 1860 [270]		
9	9.53 [0.375]	0.0508 [0.002]
11	11.11 [0.438]	0.0635 [0.0025]
13	12.70 [0.500]	0.0762 [0.003]
13a	13.20 [0.520]	0.0762 [0.003]
14	14.29 [0.563]	0.0889 [0.0035]
15	15.24 [0.600]	0.1016 [0.004]
18	17.78 [0.700]	0.1143 [0.0045]

Fuente: *ASTM A 416*

Cargas estructurales: Según la norma E – 020 las cargas son “Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.”

Las cargas se expresan con distintas unidades como unidades de peso (kg), en unidades de peso por longitud (kg/m) o peso por superficie unitaria (kg/m²), según el sistema internacional.

Estas cargas aplicadas a los elementos estructurales producen esfuerzos internos por esto es necesario conocer estas cargas.

Las cargas se clasifican de acuerdo a su naturaleza y su disposición.

De acuerdo a su naturaleza, las cargas vivas son aquellas que por momentos están aplicadas a los elementos estructurales y a veces no, es el peso resultante de todos los ocupantes, materiales y otros elementos movibles sobre la edificación. Las cargas muertas siempre están presentes en los elementos estructurales, se puede entender como el peso propio de los materiales, dispositivos de servicio, equipos. Las cargas de repetición se aplican repetitivamente sobre el miembro hasta causar la rotura del material. Las cargas de impacto se aplican por corto tiempo, pero son cargas grandes se pueden presentar en las carreteras por las cargas que suponen los autos.

De acuerdo a su disposición tenemos a las cargas puntuales que actúa perpendicularmente al eje mayor de la viga y produce flexión pura sobre esta. Las cargas distribuidas actúan a lo largo de toda la viga, cuando la carga varia en distintos tramos se llama carga variable distribuida.

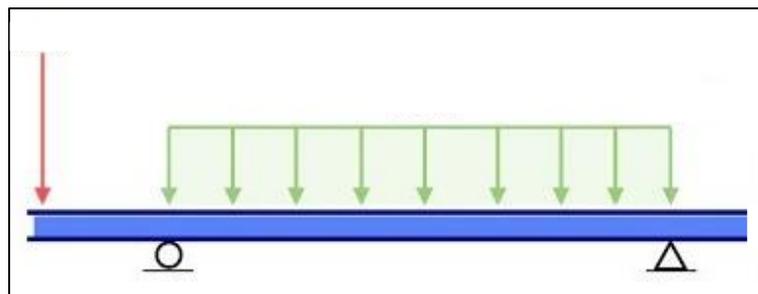


Figura 7. Representación de una carga puntual y distribuida.

Comportamiento a flexión Según Imaz (2013) “Se dice que una pieza está sometida a flexión compuesta cuando está sometida, simultáneamente, a flexión y a tracción o a compresión. Se explicará desde el punto de vista que la carga que se aplica a la viga es creciente.

Cuando las cargas son bajas el concreto no se agrieta, es decir el máximo esfuerzo de tensión es menor que el módulo de rotura. El concreto es suficiente para resistir los esfuerzos de compresión en la lámina superior y de tensión en la lámina inferior. El acero de refuerzo se deforma de la misma manera que el concreto adyacente. Esta condición no es normal en la práctica.

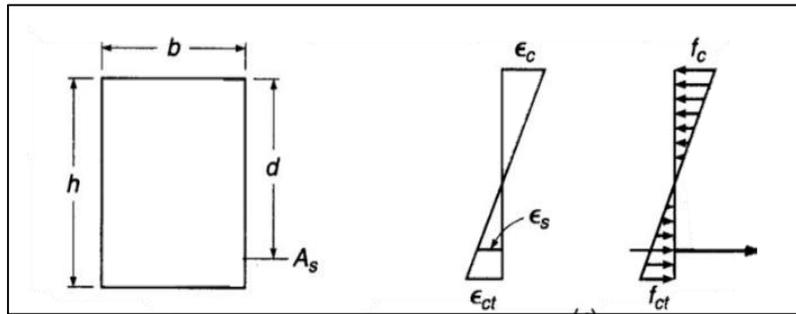


Figura 8. Diagrama de deformaciones.

Cuando las cargas aumentan la deformación unitaria del concreto a tracción llega a su límite. Y cuando empiezan a formarse grietas el momento se denomina *Momento de Agrietamiento*, es decir la tensión en la parte inferior de la viga es igual al módulo de rotura. Al agrietarse la viga, el acero toma el lugar del concreto para resistir los esfuerzos de tensión. Se mantendrá de esta forma hasta que el esfuerzo del acero sea menor que su límite elástico.

$$M_{agr} = \frac{I_t}{h - c} \cdot f_r$$

$$f_r = 2\sqrt{f'c}$$

Figura 9. Fórmula para Momento de Agrietamiento.

Si la carga sigue creciendo al punto que los esfuerzos de compresión sean mayores que $0.5f'c$, las grietas siguen creciendo haciendo que el eje neutro se desplace hacia arriba. La relación entre el esfuerzo y las deformaciones deja de ser proporcional.

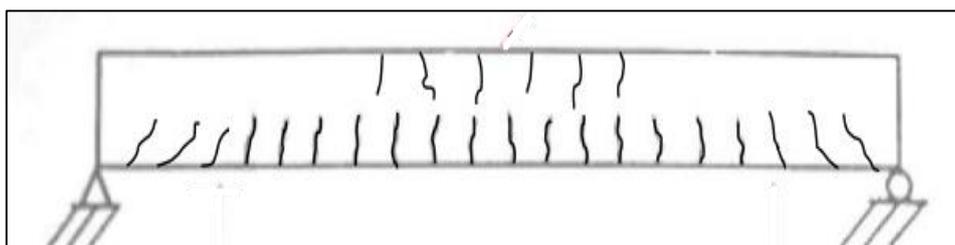


Figura 10. Viga con el concreto aplastado en la zona superior.

Patrón de agrietamiento Según el Comité ACI (2001): “En los miembros flexionados el control de la fisuración puede ser tan importante como el control de la deflexión [...]. Para las superficies de hormigón expuestas el control de la fisuración también es importante desde el punto de vista estético”.

Las grietas pueden aparecer desde el momento que el concreto se coloca, ya que este se asienta en el encofrado y por el movimiento causa deformaciones en la viga, hasta 2 años, siendo 1 año el tiempo suficiente para que se manifiesten todas las fisuras y grietas.

Tabla 4. *Tipos, formas y periodo de aparición de las fisuras y grietas en el concreto.*

Tipo	Forma	Periodo
Asentamiento plástico	Sobre y alineado al refuerzo, descenso vertical debajo del acero de refuerzo.	10 min a 3 h
Contracción plástica	Diagonal	30 min a 6 h
Expansión y contracción térmica	Transversal	1 día a 2-3 semanas
Contracción por secado	Transversal, patrones o mapas	Semanas a meses
Congelación y deshielo	Paralelo a la superficie del concreto	Después de uno o más inviernos
Corrosión del refuerzo	Sobre el refuerzo	Más de 2 años.
Reactividad álcali-agregado	Longitudinal y de patrón paralelas al lado menos limitado	Normalmente en 5 años a más, pero en semanas si es un material altamente reactivo.
Ataque de sulfatos	Patrón	Primeros 5 años.

Fuente: Helene y Pereira - Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto

Algunos especialistas han tratado de hallar una relación entre las fisuras y/o grietas con el nivel de riesgos de las estructuras que están en ambientes agresivos y nocivos. La relación dio como resultado una clasificación que ayuda a separar fisuras de grietas ya que las primeras afectan al estilo arquitectónico y las segundas afectan al comportamiento estructural. Las grietas también son un peligro a largo plazo porque facilitan el ingreso de sustancias perjudiciales para el concreto o el acero del refuerzo y generan reacciones químicas como la corrosión.

Tabla 5. Clasificación por ancho de fisuras y/o grietas.

Clasificación por ancho (e)		Nivel de repercusión en la estructura
Microfisuras	$e < 0.05\text{mm}$	Nivel muy bajo.
Fisuras	$0.1 < e < 0.2\text{mm}$	Nivel bajo. Tener cuidado con ambientes marinos u otros agresivos donde pueda desencadenarse la corrosión del acero.
Macrofisura	$0.2 < e < 0.4\text{mm}$	Nivel moderado. Podría existir repercusiones estructurales, se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y alternativas de reparación y/o reforzamiento en caso lo amerite.
Grietas	$0.4 < e < 1.0\text{mm}$	Nivel alto. Podría existir reducción de la capacidad sismo resistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico, y alternativas de reparación y/o reforzamiento en lo aplicable.
	$e > 1.0\text{mm}$	Nivel muy alto. Posible reducción significativa de la capacidad sismo resistente. Se requiere estudio de vulnerabilidad para el diagnóstico y determinar la posibilidad de salvar la estructura. Dependiendo de los daños encontrados, se debe evaluar la evacuación y apuntalamiento de la edificación.

Fuente: *Helene y Pereira - Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto.*

Estas fisuras y/o grietas no solo se forman al colocar el concreto sino también por las cargas que se le aplican y estas hacen que la estructura falle y dependiendo de estas fallas, las grietas aparecen en distintas zonas. Si falla por flexión el daño se concentrará en el centro y en cambio si falla a cortante el daño será visible en los extremos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Landeau (2007) menciona que el principal objetivo es resolver problemas simples no tan generalizados. No generan grandes aportes desde el punto de vista teórico.

Esta es una investigación **aplicada** porque busca dar respuesta a un problema usando técnicas o métodos previos ya establecidos, ya sean teóricos o prácticos, para así llegar a conclusiones de forma general.

Diseño de investigación: Según Sampieri (2004) "Es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad.

Esta investigación es **no experimental** porque no se manipularán los grupos de estudio y sin manipular deliberadamente las variables ya que se buscará la afirmación o negación de la hipótesis entre dos elementos estructurales tal cuales se utilizan en los proyectos.

La investigación será **no experimental transversal descriptivo** ya que los datos se recolectan en base a la observación y en un único momento de tiempo, el propósito es describir el comportamiento de las variables dependientes bajo las condiciones a las que estarán expuestas.

3.2 Variables y operacionalización

Variables. Según Sampieri (2014) La variación de una variable se puede observar y medir y el concepto de variable se puede aplicar a seres vivos, objetos, hechos y fenómenos que van adquiriendo distintos tipos de escala dependiendo de la variable.

Las variables pueden controlarse y medirse dependiendo de los factores que se desee estudiar. Las variables pueden ser muy diversas ya que será todo lo q se pueda medir.

En esta investigación se utilizarán 2 variables dependientes y 2 variables independientes.

Variable Independiente (x). Según Marczyc et al. (2005):

“La variable independiente es el factor que es manipulado o controlado por el investigador. Más aun, la variable se la llama "independiente" porque es independiente del resultado que se mide.”

VI 1(X): Viga Convencional

- **Definición Conceptual.** Para Blanco (2011):
"Elemento de soporte o apoyo de la losa, la cual transfiere su carga a dicha viga además de estar sujeta a la influencia de otras cargas tales como su propio peso, peso de tabiques y otros."
- **Definición Operacional.**
Estas variables serán medidas mediante sus características físicas y las cargas aplicadas.
- **Indicadores.**
Dimensiones geométricas
- **Escala de medición**
Razón

VI 2(X): Viga Postensada no Adherida

- **Definición Conceptual.** Según Bellido (2004):
"En una viga postensada, el momento de pres fuerza controla la fisuración hasta un determinado nivel de cargas previamente establecido".
- **Definición Operacional.**
Estas variables serán medidas mediante sus características físicas y las cargas aplicadas.
- **Indicadores.**
Cargas aplicadas
- **Escala de medición**
Razón

Variable Dependiente (Y). Según Marzyc et al. (2005):

“La variable dependiente es una medida del efecto (si existe) de la variable independiente. La variable dependiente se la llama "dependiente" porque es influenciada por la variable independiente.”

VD 1(Y): Comportamiento a flexión

- **Definición Conceptual.** Para Imaz (2013):

“Se dice que una pieza está sometida a flexión compuesta cuando está sometida, simultáneamente, a flexión y a tracción o a compresión.”

- **Definición Operacional.**

Esta variable se medirá mediante la flexión provocada por la aplicación de cargas.

- **Indicadores.**

Flexión provocada por la aplicación de cargas

- **Escala de medición**

Razón

VD 2(Y): Patrón de agrietamiento

- **Definición Conceptual:** Según el Comité ACI 224 (2001):

“En los miembros flexionados el control de la fisuración puede ser tan importante como el control de la deflexión [...]. Para las superficies de hormigón expuestas el control de la fisuración también es importante desde el punto de vista estético.”

- **Definición Operacional:**

Esta variable se medirá mediante su forma de agrietamiento, la clasificación por ancho de grieta y la zona donde se encuentre la grieta.

- **Indicadores.**

Diagonal

Transversa

Paralelo a la superficie del concreto

Micro fisura

Fisura

Macro fisura

Grieta

Sobre el refuerzo

1/3 de la viga

Al eje de la viga

- **Escala de medición**

Nominal, Ordinal

Población, muestra y muestreo

Población. Según Pita (2001):

“La población representa el conjunto grande de individuos que deseamos estudiar y generalmente suele ser inaccesible. Es, en definitiva, un colectivo homogéneo que reúne unas características determinadas.”

Es el conjunto de personas u objetos que poseen las algunas mismas características suelen ser difíciles de medir en su totalidad por eso se escoge a un grupo que tenga las características que sean esenciales para el estudio.

De acuerdo a la investigación la población son todas las vigas de concreto armado.

Muestra. Según Pita (2001):

“La muestra es el conjunto menor de individuos. El individuo es cada uno de los componentes de la población y la muestra. La muestra debe ser representativa de la población y con ello queremos decir que cualquier individuo de la población en estudio debe haber tenido la misma probabilidad de ser elegido.”

Es el subgrupo que se escoge de la población, con este conjunto se realizará el estudio. Existen algunos métodos y/o fórmulas para la obtención de la muestra, dependerá de la investigación cual se deba utilizar. Para esta investigación se utilizará 9 vigas de concreto armado convencional y 9 vigas de concreto postensado no adherido.

Para los ensayos en flexión a 7, 14, 28 días se utilizarán 18 probetas y 9 probetas para realizar los ensayos a compresión para medir la resistencia del concreto usado.

Muestreo. Según el Toledo (2010):

“Se conoce con el nombre de muestreo al proceso de extracción de una muestra a partir de la población. El proceso esencial del muestreo consiste en identificar la población que estará representada en el estudio.”

Es el proceso que nos ayudara a determinar la muestra a partir de lo que se va a investigar

Por la naturaleza de los objetos de estudio el muestreo será el muestreo no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis. Según Balcells (1994):

“La unidad de análisis es el fragmento del documento o comunicación que se toma como elemento que sirve de base para la investigación”.

Las unidades de análisis en esta investigación serán una viga de concreto armado convencional y una viga de concreto armado postensada no adherida.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según García (2016): “La recolección de Datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos.”

Para esta investigación se utilizará el ensayo NTP 339.078 que se utiliza para la determinación de la resistencia a la flexión de vigas con cargas a los dos tercios de los extremos. Este ensayo es usado para la instalación de losas y pavimentos.

El aparato a usar debe asegurar el correcto posicionamiento del espécimen, usando bloques de concreto para que las cargas aplicadas sean perpendiculares a la cara principal y sin excentricidad.

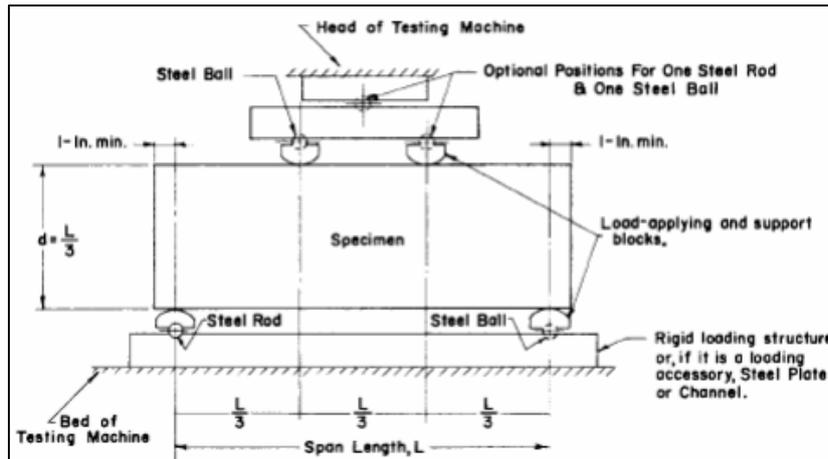


Figura 11. Montaje del ensayo a flexión

3.4 Procedimientos

La prueba debe realizarse justo después de remover el exceso de humedad; ya que el secado de las superficies puede provocar una reducción en el esfuerzo de flexión para esto el espécimen debe estar envuelto con una tela húmeda o mantenerlos en agua de cal cerca de la máquina de ensayo; centrando el espécimen en el aparato apoyándose con los bloques soportando una aplicación de un 3 a 6% de la carga total, la carga se debe aplicar de manera continua en intervalos constantes hasta que ocurra la ruptura.

Si la ruptura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz se deben descartar los resultados de ese espécimen.

3.5 Método de análisis de datos

Según Mesa (2018): “El análisis descriptivo se utiliza cuando la organización tiene un gran conjunto de datos sobre eventos pasados o sucesos históricos. Para que estos datos sean útiles, deben simplificarse y resumirse con el fin de que sean entendibles para la audiencia a la que se quieren comunicar.”

El proceso de análisis de datos puede revelar problemas para alcanzar los objetivos del estudio y esto haría que la planificación inicial cambie, por esto es importante planificar los puntos más importantes para que el análisis de datos sirva de verificación.

Esta investigación utilizara el análisis descriptivo porque los datos obtenidos en el ensayo se organizarán y se presentaran en tablas y gráficos para su mejor comprensión.

3.6 Aspectos éticos

La presente investigación respeta las normas peruanas e internacionales sobre los derechos de autoría.

Este trabajo fue realizado siguiendo el Reglamento de la universidad Cesar Vallejo que obliga al investigador a comprometerse de mostrar resultados verdaderos y confiable.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los resultados y el procedimiento de la elaboración de las dieciocho vigas con las siguientes características:

Las dieciocho vigas llevarán acero de refuerzo que consisten en dos barras de 1/2" de diámetro en la parte superior de 45 cm, dos barras de 1/2" de diámetro en la parte inferior de 45 cm y cinco estribos cerrados de 6 mm de diámetro de la cual el primer estribo estará a 5 cm del inicio y final de la viga y el resto estarán espaciados a 10 cm.

Nueve de las vigas llevarán un cable de acero de 3/8" de diámetro al centro de estas y las otras nueve no llevarán ningún refuerzo extra.

Tabla 6: *Distribución de la cantidad de vigas que se someterán al ensayo de flexión de acuerdo a los días establecidos.*

	7° día	14° día	28° día
Vigas con cable de acero	3	3	3
Vigas sin cable de acero	3	3	3

Fuente: elaboración propia

Tabla 7: *Distribución de la cantidad de probetas cilíndricas que se someterán al ensayo de compresión de acuerdo a los días establecidos.*

	7° día	14° día	28° día
Probetas cilíndricas	3	3	3

Fuente: elaboración propia

Elaboración de vigas

Cada una de las dieciocho vigas lleva cuatro varillas de acero corrugado de 1/2" y cinco estribos de 6mm. Nueve de estas vigas además de la armadura anteriormente descrita llevaran un cable de acero de 3/8" al centro de estas.



Figura 12. Fabricación de la armadura

El tipo de desmoldante es importante porque de acuerdo al acabado que se quiere en una obra de construcción se va a escoger uno en especial, y además evita que el concreto y el molde se adhieran y esto aumenta la vida útil de la madera. Estos pueden ser aceites de minerales puros que mayormente llevan aditivos que ayudan a la separación o emulsiones que son la mezcla de aceite en agua y agua en aceite

Antes del vaciado se rocía en los moldes un desmoldante en este caso se usó petróleo para que el concreto se desprenda rápidamente



Figura 13. Desmoldante colocado en el molde

El diseño de concreto se elaboró para una resistencia de 210 kg/cm² utilizando el método ACI.

El comité 211 desarrollo un procedimiento para el diseño de mezcla en base a tablas que resultaron de realizar repetidamente ensayos a los agregados que son usados en la elaboración del concreto, se busca que el concreto en su estado fresco sea trabajable y en su estado endurecido llegue a la resistencia especificada, en especial a los 28 días. Cabe resaltar que el diseño está basado a que sea resistente a la compresión.

Tabla 8: Valores de diseño

VALORES DE DISEÑO	
ASENTAMIENTO	4 pulg
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4 pulg
RELACION A/C	0.601
AGUA	230 lt
TOTAL DE AIRE ATRAPADO %	2.0
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.33

Fuente: elaboración propia

El cálculo nos da la siguiente proporción (vol).

Tabla 9: Resultados del diseño de mezcla

PROPORCION EN VOLUMEN	
C	1.0
A.F	2.06
A.G	2.57
H ₂ O	26.4

Fuente: elaboración propia

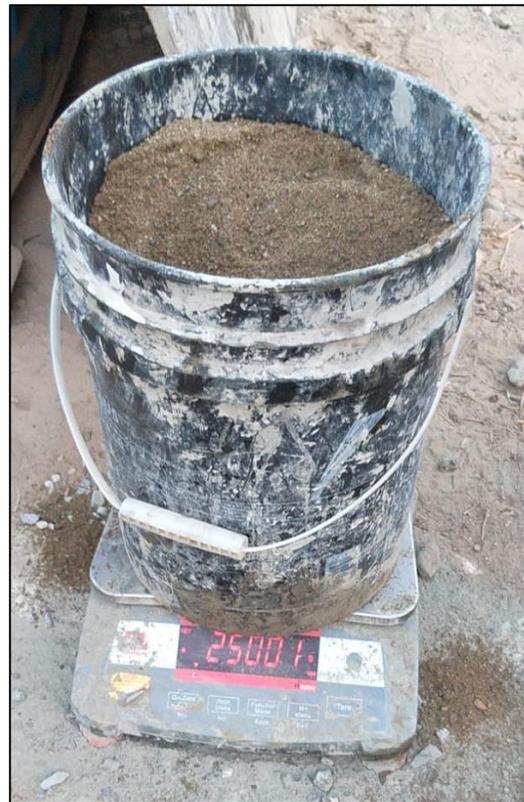


Figura 14. Pesaje de los agregados para el concreto

Para medir el asentamiento del concreto fresco se utiliza el cono de Abrams que consiste en un cono truncado metálico con una base de diámetro de 20 cm en y la parte superior un diámetro de 10 cm y una altura de 30 cm.

El método del ensayo es colocar el concreto en tres capas con 25 golpes de una varilla entre medio de estas luego se retira el cono y se coloca encima la varilla en forma horizontal para medir el asentamiento que ha sufrido el concreto.

Medir el asentamiento es importante ya que gracias a esta podemos comprobar la relación agua – cemento que es un pilar fundamental en el diseño de mezcla ya que a más litros de agua se le agrega a la mezcla, las moléculas de cemento están más espaciadas y el concreto será menos resistente además que es más poroso y permeable.

El ensayo de asentamiento utilizando el cono de Abrams nos dio como resultado 3” que nos indica una consistencia blanda.



Figura 15. Ensayo de asentamiento

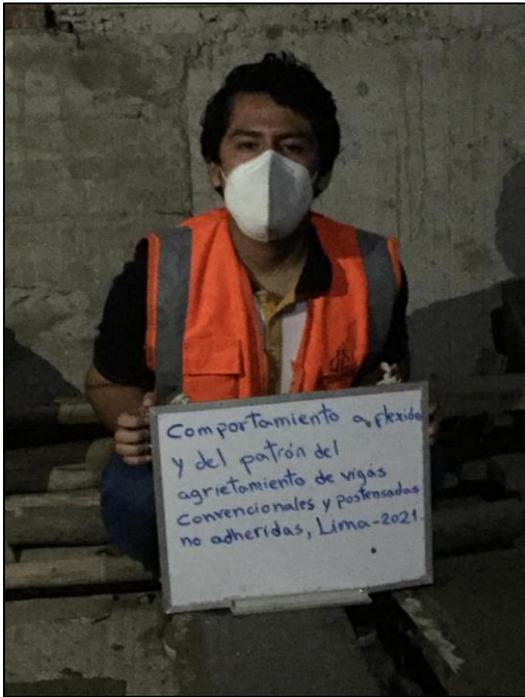


Figura 16. Vaciado de concreto

Ensayo de comprensión de probetas cilíndricas

Se realizaron 9 probetas cilíndricas para que se les realicen ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días del vaciado de concreto. Los resultados estas resumidos en las siguientes tablas.

Tabla 10: Resultados a la compresión a 7 días del vaciado.

PRODUCTO	CONCRETO		
EDAD	7 días		
ENSAYO	Prob. 1	Prob. 2	Prob. 3
D(cm)	10.16	10.16	10.16
A(cm ²)	78.5	78.5	78.5
F(kg)	12616.3	13456.4	13124.6
N° de probetas	3		
F'c(kg/cm ²)	160.6	171.3	167.1
F'c promedio (kg/cm ²)	166.33		

Fuente: elaboración propia

Tabla 11: Resultados a la compresión a 14 días del vaciado.

PRODUCTO	CONCRETO		
EDAD	14 días		
ENSAYO	Prob. 1	Prob. 2	Prob. 3
D(cm)	10.16	10.16	10.16
A(cm²)	78.5	78.5	78.5
F(kg)	14498.8	14785.2	14517.5
N° de probetas	3		
F'c(kg/cm²)	184.6	188.3	184.8
F'c promedio (kg/cm²)	185.9		

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: Resultados a la compresión a 28 días del vaciado.

PRODUCTO	CONCRETO		
EDAD	28 días		
ENSAYO	Prob. 1	Prob. 2	Prob. 3
D(cm)	10.16	10.16	10.16
A(cm²)	78.5	78.5	78.5
F(kg)	16585.3	17256.2	16981.2
N° de probetas	3		
F'c(kg/cm²)	211.2	219.7	216.2
F'c promedio (kg/cm²)	215.7		

Fuente: elaboración propia

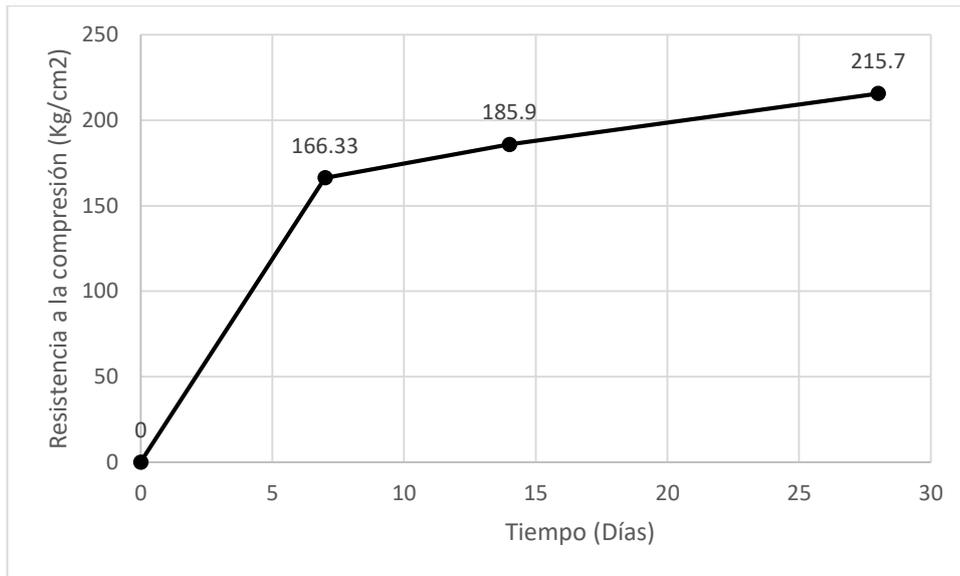


Figura 17. Resistencia del concreto a través del tiempo.

Ensayos de vigas

La longitud de las vigas fue de 50 cm y la luz libre entre apoyos de 45 cm. Las cargas fueron aplicadas a una distancia aproximada de 16.7 cm de una de otra. Las vigas se realizaron a los 7, 14 y 28 días de haber vaciado el concreto. En la figura que sigue se puede visualizar el instrumento que se utilizó para medir la deflexión de la viga.



Figura 18. Dial con brazo para medir la deflexión

Roturas

Las primeras roturas se realizaron a los **7 días** del vaciado.

En las vigas postensadas no adheridas se tiene en promedio que resistieron 6.179 Tn de fuerza antes de la rotura y 3.892 mm de deformación.

Tabla 13: Resultados de las vigas postensadas no adheridas (7 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-1 POST.	6.215	3.841
V-2 POST.	6.023	3.92
V-3POST.	6.298	3.915
Promedio	6.179	3.892

Fuente: elaboración propia

En las vigas convencionales se tiene que resistieron 4.346 Tn de fuerza en promedio antes de la rotura y 3.773 mm de deformación máxima.

Tabla 14: Resultados de las vigas convencionales (7 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-1 CONV.	4.328	3.846
V-2 CONV.	4.415	3.859
V-3 CONV.	4.296	3.615
Promedio	4.346	3.773

Fuente: elaboración propia

En la figura que se muestra a continuación se puede ver claramente el comportamiento de los dos tipos de vigas. Las deformaciones de las vigas son muy parecidas, con una diferencia de 0.119 mm siendo menor en el caso de las vigas convencionales, pero debemos tener en cuenta que las vigas postensadas no adheridas soportaron más cargas, con una diferencia de 1.833 Tn con respecto a las vigas convencionales.

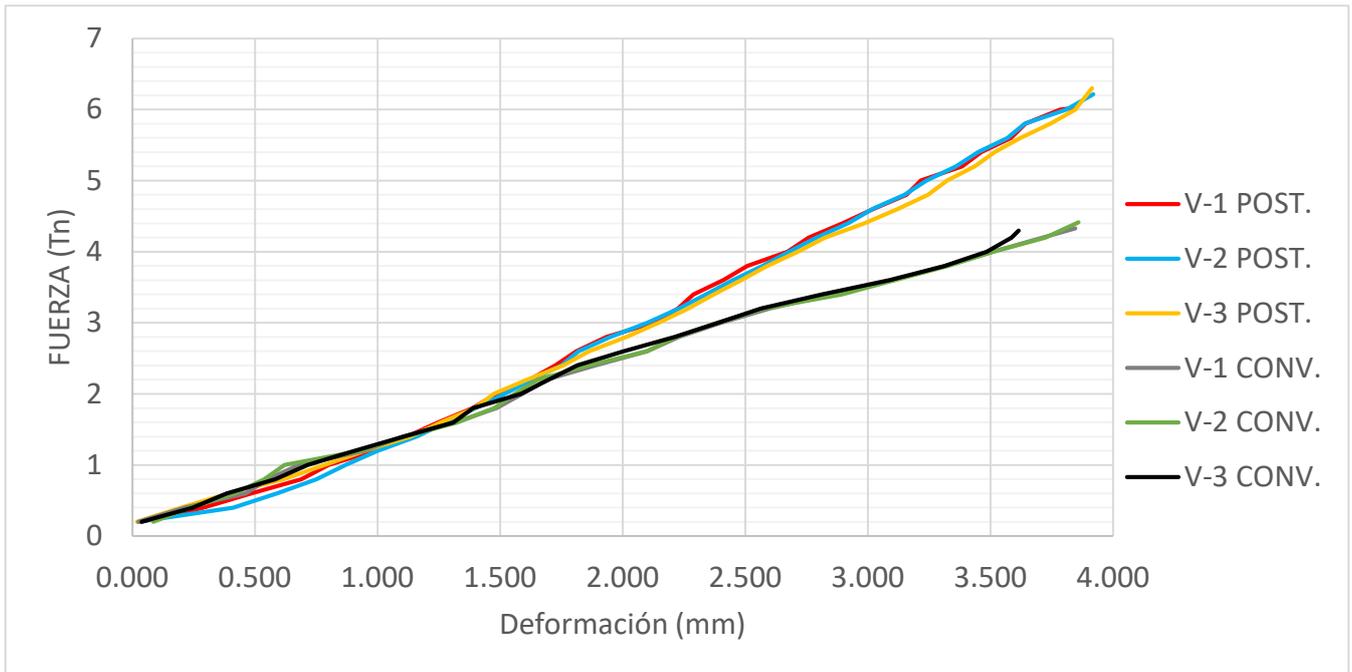


Figura 19. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 7 días del vaciado.

Las siguientes roturas se realizaron a los **14 días** del vaciado.

En las vigas postensadas no adheridas se tiene en promedio que resistieron 7.055 Tn de fuerza antes de la rotura y 3.627 mm de deformación.

Tabla 15: Resultados de las vigas postensadas no adheridas (14 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-4 POST.	7.311	3.78
V-5 POST.	6.899	3.58
V-6 POST.	6.956	3.52
Promedio	7.055	3.627

Fuente: elaboración propia

En las vigas convencionales se tiene que resistieron 4.346 Tn de fuerza en promedio antes de la rotura y 3.773 mm de deformación máxima.

Tabla 16: Resultados de las vigas convencionales (14 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-4 CONV.	6.851	4.31
V-5 CONV.	7.271	4.8
V-6 CONV.	6.423	4.18
Promedio	6.848	4.43

Fuente: elaboración propia

En la figura que se muestra a continuación se puede ver que las vigas convencionales soportaron más fuerzas, siendo ahora la diferencia con respecto a las vigas postensadas no adheridas de 0.207 Tn y la deformación en las vigas convencionales es mayor que en las vigas postensadas con una diferencia de 0.803 mm.

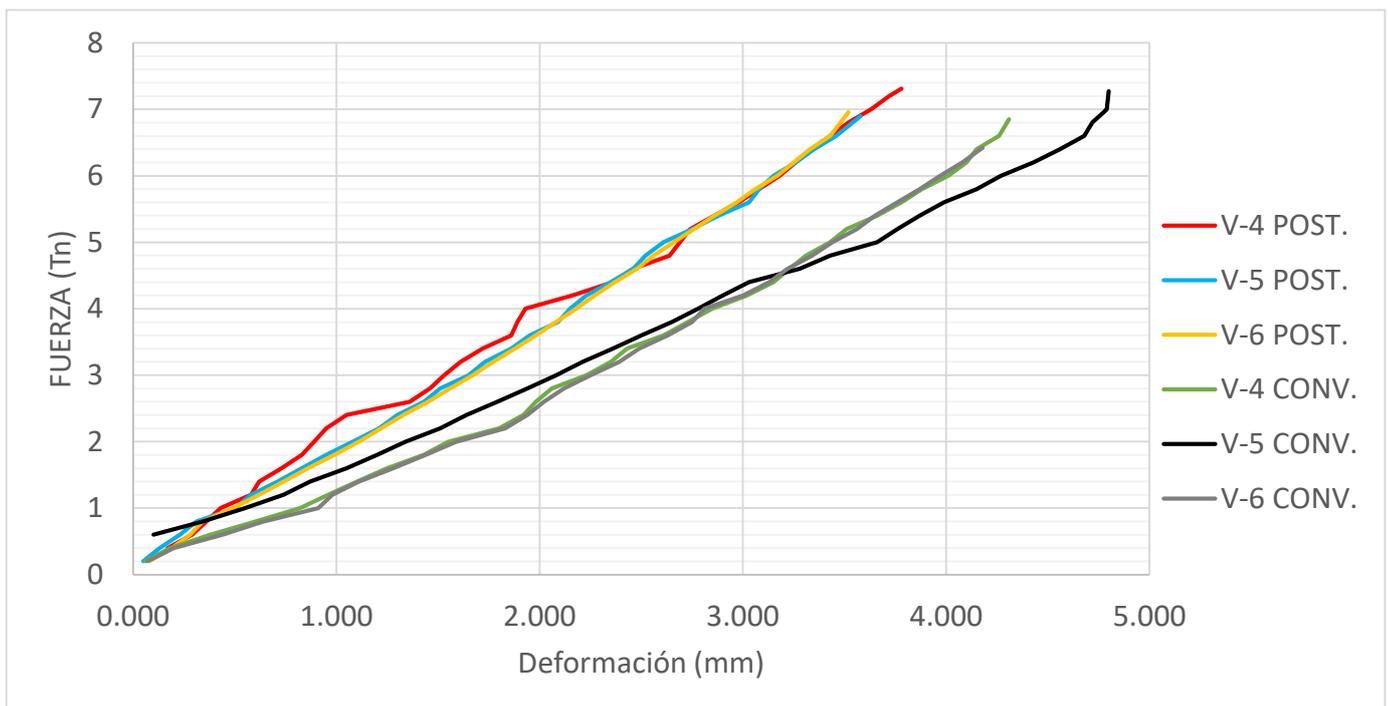


Figura 20. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 14 días del vaciado.

Las siguientes roturas se realizaron a los **28 días** del vaciado.

En las vigas postensadas no adheridas se tiene en promedio que resistieron 6.65 Tn de fuerza antes de la rotura y 5.544 mm de deformación.

Tabla 17: Resultados de las vigas postensadas no adheridas (28 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-7 POST.	5.907	5.79
V-8 POST.	7.025	5.352
V-9 POST.	7.007	5.49
Promedio	6.65	5.544

Fuente: elaboración propia

En las vigas convencionales se tiene que resistieron 6.912 Tn de fuerza en promedio antes de la rotura y 6.38 mm de deformación máxima.

Tabla 18: Resultados de las vigas convencionales (28 días)

	Máxima Fuerza (Tn)	Deformación máxima (mm)
V-7 CONV.	6.58	5.952
V-8 CONV.	7.200	6.405
V-6 CONV.	6.957	6.78
Promedio	6.912	6.38

Fuente: elaboración propia

En la figura que se muestra a continuación se puede ver que las vigas convencionales y postensadas soportaron magnitudes de fuerzas muy parecidas, pero en la deformación en las vigas postensadas no adheridas sigue siendo menor, con una diferencia de 0.836 mm.

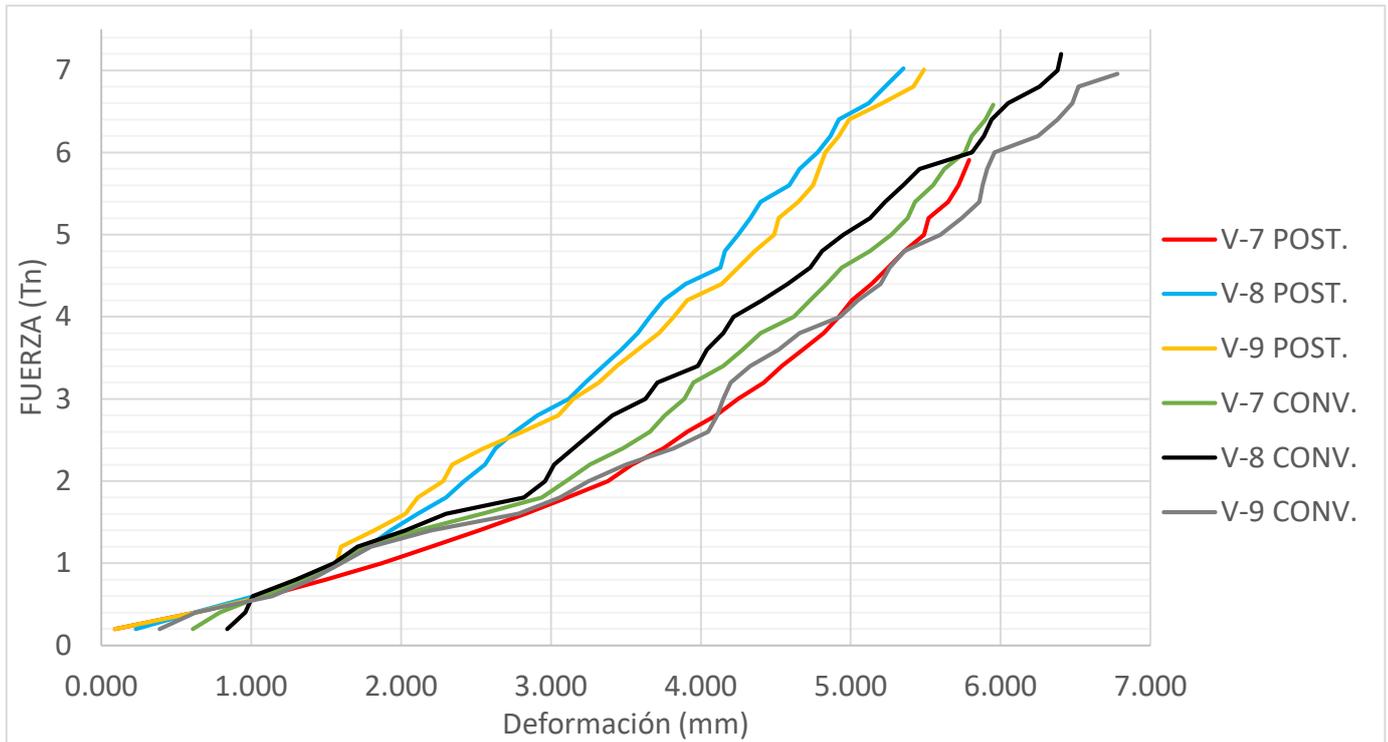


Figura 21. Fuerza vs Deformación en vigas postensadas no adheridas y vigas convencionales a los 28 días del vaciado.

Patrón de agrietamiento

Todas las vigas que se sometieron al ensayo de flexión a los 7 días del vaciado sufrieron rotura.

Tabla 19: Patrón de agrietamiento (7 días)

VIGAS	PATRON DE AGRIETAMIENTO		
	Forma del agrietamiento	Clasificación por ancho de grieta	Zona de grietas
V-1 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-2 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-3 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-1 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-2 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-3 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga

Fuente: elaboración propia

Todas las vigas que se sometieron al ensayo de flexión a los 14 días del vaciado sufrieron rotura.

Tabla 20: Patrón de agrietamiento (14 días)

VIGAS	PATRON DE AGRIETAMIENTO		
	Forma del agrietamiento	Clasificación por ancho de grieta	Zona de grietas
V-4 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-5 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-6 POST.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-4 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-5 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-6 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga

Fuente: elaboración propia

Todas las vigas que se sometieron al ensayo de flexión a los 28 días del vaciado sufrieron rotura.

Tabla 21: Patrón de agrietamiento (28 días)

VIGAS	PATRON DE AGRIETAMIENTO		
	Forma del agrietamiento	Clasificación por ancho de grieta	Zona de grietas
V-7 POST.	Transversal	Grieta	1/3 de la viga
V-8 POST.	Transversal	Grieta	1/3 de la viga
V-9 POST.	Transversal	Grieta	1/3 de la viga
V-7 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-8 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga
V-9 CONV.	Diagonal	Grieta	1/3 de la viga

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados que están contemplados en el capítulo anterior deberán compararse con otros trabajos que buscaron soluciones al mismo problema con métodos parecidos.

Darío Quintanilla, en su tesis busco estudiar el comportamiento a flexión en 2 vigas postensadas adheridas y 2 vigas postensadas no adheridas y patrón de agrietamiento, las vigas llevaron un único tendón de 1/2" colocado de forma parabólica, se realizó el diseño de las vigas para los dos tipos de vigas teniendo en cuenta dimensiones y cargas a las que debían ser sometidas, la resistencia del concreto fue 360 kg/cm².

Las cargas aplicadas a los tercios de la viga, a las que fueron sometidas estas vigas fueron 8 Tn en promedio. Las vigas tuvieron un comportamiento similar 123.5 mm para las vigas postensadas con tendones no adheridos y 129 mm para las vigas postensadas con tendones adheridos.

En cuanto al patrón de agrietamiento, las grietas se formaron al centro de las vigas en forma vertical a lo largo de 1500 mm.

Reyes y Rayo en su proyecto estudiaron el comportamiento a flexión de vigas rectangulares de sección compuesta de madera y guadua laminada y además se determinó su resistencia, ductilidad y el módulo de elasticidad. En total se ensayaron nueve vigas de estos materiales.

La deflexión en las vigas de guadua laminada de 6 metros de longitud la deflexión promedio fue de 124.2 mm, soportando en promedio 6067.11 N; mientras que en las vigas de guadua laminada de 3 metros la deflexión promedio fue de 91.3 mm, soportando en promedio 5257.01 N y en las vigas de pino de 3 metros la deflexión promedio fue de 32.48 mm, soportando en promedio 2986.25 N. Las fallas en las vigas fueron variadas, sin ningún patrón que pueda encontrarse.

Iván Villa en su trabajo analiza el comportamiento por cortante de cuatro variantes de vigas, concreto armado y concreto pretensado con y sin estribos. Analiza el comportamiento del cortante de las vigas en la teoría para compararlas con los ensayos calculando el refuerzo y las cargas de falla. Detalla además los materiales que se usaron para la elaboración de las vigas. El concreto se realizó para una resistencia de 400 kg/cm². Las vigas de concreto armado sin estribos soportaron una carga de 16 379 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 7.27 mm en promedio y el tipo de falla fue por cortante. Las vigas de **concreto armado con estribos** soportaron 18 548.67 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 12.27 mm en promedio y el tipo de falla fue por flexión y cortante. Las vigas de concreto pretensado sin estribos soportaron una carga de 23 507 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 7.63 mm en promedio y el tipo de falla fue por cortante. **Las vigas de concreto pretensado con estribos** soportaron una carga de 27 971 kg en promedio y tuvieron una deflexión de 9.87 mm y el tipo de falla fue por cortante.

VI. CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones están basadas en el objetivo general y objetivos específicos que se propusieron al inicio de la tesis.

Objetivo General: Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas.

Realizar los ensayos en el laboratorio nos ayudó a identificar las variables propuestas, se pudo observar que si existieron diferencias en el comportamiento a flexión y pero el patrón de agrietamiento no, todas las vigas sufrieron la rotura con las mismas fallas.

Objetivo Especifico 1: Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas

Las diferencias que se encontraron el comportamiento a flexión entre los dos tipos de vigas estudiados a los 7 días fueron de menos de 1 mm, los ensayos realizados a los 14 días del vaciado fueron mayores siendo la diferencia de 1.2 mm y los ensayos a los 28 días del vaciado demostraron que el comportamiento a flexión es muy similar siendo la diferencia otra vez de menos de 1 mm pero soportando cargas parecidas, en todos los casos expuestos las vigas de concreto postensado resistieron mejor la deflexión.

Objetivo Especifico 2: Identificar las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021.

En lo que compete al patrón de agrietamiento si existieron diferencias porque las vigas postensadas no adheridas las grietas fueron de forma transversal y las vigas convencionales fueron diagonales yendo de un extremo al centro de estas.

Objetivo Especifico 3: Identificar las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas.

En ninguna de las vigas se formaron grietas como tal ya que al aumentar las cargas estas llegaron a la ruptura.

Objetivo Especifico 4: Identificar las diferencias con relación a la zona de grietas entre vigas convencionales y postensadas no adheridas.

Todas las grietas de las vigas se produjeron en la zona de fuera del tercio medio es decir en uno de los extremos. Este tipo de falla se debe a que las vigas llevaban armadura de acero corrugado.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la resistencia del concreto varíe, ya sea que disminuya o aumente, porque esto afecta directamente a las cargas que pueda soportar las vigas y a la resistencia por flexión.
- Se recomienda que se ensaye las vigas postensadas con diferentes diámetros del cable de acero para estudiar la influencia de estas en la resistencia a flexión de estas y el patrón de agrietamiento.
- Si es posible utilizar una mayor cantidad de cables de acero por viga pero esto aumentaría su resistencia a la flexión por lo tanto para evitar esto se debería aumentar las dimensiones de las vigas.
- Se recomienda utilizar aditivos en las vigas convencionales para observar si influye en el patrón de agrietamiento en comparación con el concreto postensado.

REFERENCIAS

Analytical model and parametric study for externally post-tensioned reinforced concrete-steel composite beams por Farah Alsharari [et al]. Columbia: University of Missouri. 411-423,2020.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.02.064>

ACI COMITÉ 211 (USA). Diseños de mezclas de concreto. Farmington Hills, 1991. 37pp.

ASTM 3International (EE. UU). Especificación normalizada para torón de acero, de siete alambres sin recubrimiento para concreto preesforzado. Pensilvania: 2006. 7pp.

Balladares, Enma. Incidencia de la resistencia del hormigón a tracción en vigas para puentes de luces medianas. Tesis (Titulada en ingeniería). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería, 2012.

Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3034>

Características más relevantes del concreto postensado. [Mensaje en un blog]. Colombia: Silva, O., [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/caracteristicas-mas-relevantes-del-concreto-postensado>.

Características y funciones de una viga [Artículo en un blog]. Venezuela: Admin (20 de setiembre de 2017). [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020]. Recuperado de <http://www.perfilespm.com/caracteristicas-y-funciones-de-una-viga/>

CIP 16 – Resistencia a Flexión del concreto [Artículo en un blog]. Virginia: National Ready Mixed Concrete Association. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>

Clases de vigas en concreto armado. [Artículo en un blog]. Venezuela: Muñoz (23 de marzo de 2018). [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020]. Recuperado de <http://infobasicingcivil.blogspot.com/2018/03/clase-de-vigas-en-concreto-armado.html>

Código de Diseño de Hormigón Armado Basado en el ACI 318 – 99 por Fernando Yáñez [et al.]. [En línea]. 1º. Ed. Santiago: Editorial de la Universidad de Chile, 2000. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020].

Disponible en
<http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/doctec/codigo.pdf>

Comité ACI 224. Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón, 2001. EE. UU, 2001. 53pp.

Comisión de diseño estructural en hormigón armado y albañilerías (Chile). Código de diseño de Hormigón Armado basado en el ACI 318 – 99. Chile: 2000. 586pp.

Davey, Matthew. The Performance of Post-Tensioned Concrete Wide Band Beams at Exterior Column Connections Under Seismic Loading. Tesis (Doctorado en ingeniería). Australia: Swinburne University of Technology, Facultad de Ciencia, Ingeniería y Tecnología, 2015.

Disponible en
<https://pdfs.semanticscholar.org/f641/4e78497353709ce2d20f6bbf996aae102e03.pdf>

Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto. Recursos internet. [En línea]. Lima: ConsultCreto. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en <http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>

Flexión pura y flexión simple. Recursos de internet [En línea]. España: Universidad de Cantabria. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020].

Disponible en
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1101/course/section/1308/Tema%204%20Resistencia.pdf>

Gonzales Paliza, Edson. Caracterización mecánica del concreto usando ensayos no destructivos de resonancia por impacto y vibración ambiental. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 80pp.

Helene, Paulo; PEREIRA, Fernanda. Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto. São Paulo, Brasil, 2007.
ISSBN: 9788590370710

Helene, Paulo. Contribución en el estudio de la corrosión en armaduras de concreto armado. (Titulado en Ingeniería Civil). Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo, Departamento de Ingeniería de Construcción Civil de la Escuela Politécnica, 2018.

Hurtado, J. Comparación técnica – económica del entrepiso de un edificio de diez plantas con sistema dual que emplea losas de hormigón armado o de hormigón postensado. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería y Ambiental, 2018.
Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19768/1/CD-9174.pdf>

Kumar Bhattacharyya, Dipak. Research Methodology. 2.ª ed. New Delhi: Excel Books, 2006. 398pp.
ISBN: 8174464972

La relación agua-cemento: un frágil equilibrio [Mensaje en un blog]. España: Putzmeister, (18 de abril). [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://bestsupportunderground.com/relacion-agua-cemento/>

Manturano, Víctor. Uso de la losa postensada y su comportamiento estructural en el sótano del hotel La Paz, Miraflores, Lima – Perú – 2017. Tesis (Titulado en Ingeniería). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21757>

Marczyk, G. R., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). Essentials of research design and methodology. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc.

Martos Fustamante, Cluber. Efectos de la ubicación del puente de adherencia en la resistencia a flexión de vigas simplemente armadas vaciadas en dos etapas. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Meza, Lorena. Aspectos fundamentales del concreto preesforzado. Tesis (Titulado en ingeniería). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ingeniería, 2017.

Disponible en <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3828>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2010. 661pp.

Molde de Posición y Cuñas. Recurso de internet [en línea]. Valencia: EDING APS S.L. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020].

Disponible en <http://www.edingaps.com/productos/molde-de-posicion-y-cunas-lado-activo>

Parra, Carlos. Estructuras de concreto preesforzado. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). México: Universidad Villa Rica, Facultad de Ingeniería, 2014.

Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0711444/0711444.pdf>

Pre damage effect on the residual behavior of externally post-tensioned fatigued steel-concrete composite beams poor Farah Alsharari [et al]. Columbia: University of Missouri. 578-587,2021.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.02.064>

Quintanilla, Darío. Ensayos experimentales en vigas de concreto postensado con tendones adheridos y no adheridos. Tesis (Magíster en Ingeniería). Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú, Facultad de Ingeniería, 2016.

Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7687>

Quispe Napanga, Katherine. Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 96pp.

Revista de la construcción [en línea]. Santiago: Universidad Central de Las Villas, 2014 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2014000200002

ISSN: 0718-915

Revista Perspectivas [en línea]. Cochabamba: Universidad Católica "San Pablo", 2018 [fecha de consulta: 7 de mayo de 2020].

Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso#:~:text=Seg%C3%BAAn%20Kumar%20\(2014\)%20un%20dise%C3%B1o,\(d\)%20an%C3%A1lisis%20de%20resultados.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso#:~:text=Seg%C3%BAAn%20Kumar%20(2014)%20un%20dise%C3%B1o,(d)%20an%C3%A1lisis%20de%20resultados.)

ISSN: 1994 3733

Reyes Ramírez, Eida y RAYO Morales, Geovanny. Comportamiento a flexión de vigas de madera de gran longitud de sección compuesta reforzadas con láminas pegadas prensadas de guadua "Angustifolia Kunth". Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. 98pp.

Solicitud de flexión simple y plana. [Artículo en un blog]. Argentina: Cátedra: Estructuras Uno Noche, (9 de octubre de 2019). [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2020]. Recuperado de <http://tiaestructurasunonoche.blogspot.com/2015/09/solicitud-de-flexion.html>

Soto, L. Aplicación del concreto postensado en vigas para mejorar la resistencia estructural de una edificación de 5 niveles en el distrito de Carabaylo, Lima – 2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 157pp. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27530>

Sotomayor, Patricio. Diseño estructural de un edificio de aulas- laboratorio de concreto armado y evaluación económica del uso de vigas postensadas. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 95pp. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6622>

Steel – Concrete Composite Beams Strengthened with Externally Post-Tensioned Tendons under Fatigue por Ayman El-Zohairy [et al]. Columbia: University of Missouri.,2019.

Tipacti Huamaní, José Luis, Procedimiento constructivo de losas postensadas con rampa en sótanos, sistema adherido. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14437/TIPACTI_HUAMAN%C3%8D_JOS%C3%89_LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tipos de fisuras en hormigón armada y clasificación [Mensaje en un blog]. Víctor A., (24 de abril de 2017). [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://grietaspared.com/tipos-de-fisuras-en-hormigon-armado/>

Tipos y ventajas de desmoldantes para la construcción de viviendas [Mensaje en un blog]. Colombia: Silva, O., [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021]. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ventajas-de-desmoldantes-para-la-construccion-de-viviendas#:~:text=El%20desmoldante%20o%20desencofrante%20es,%C3%BAtil%20del%20material%20del%20molde.&text=No%20mancha%20el%20concreto.>

Vills I., Análisis resistencia al corte en vigas de hormigón armado y hormigón pretensado, con y sin armadura de cortante. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil) Cuenca: Universidad de Cuenca, 2018. 94pp.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28528/1/Tesis.pdf>

Viviescas, A., Herrera L. y Arena S. Determinación de la capacidad resistente de puentes viga-losa en concreto postensado mediante pruebas de vibración ambiental: caso de estudio Puente El Ramo. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Barranquilla: Universidad de la Costa, 2017. 41pp.

Disponible en <http://hdl.handle.net/11323/24>

ANEXO 1:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES: “Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021”.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente (X1) Viga Convencional	"Elemento de soporte o apoyo de la losa, la cual transfiere su carga a dicha viga además de estar sujeta a la influencia de otras cargas tales como su propio peso, peso de tabiques y otros".(Blanco,2011)	Estas variables serán medidas mediante sus características físicas y las cargas aplicadas.	Características físicas	Dimensiones geométricas	Razón
Variable Independiente (X2) Viga Postensada no Adherida	"En una viga postensada, el momento de preesfuerzo controla la fisuración hasta un determinado nivel de cargas previamente establecido".(Bellido,2004)		Cargas	Cargas aplicadas	
Variable Dependiente (Y1) Comportamiento a flexión	Se dice que una pieza está sometida a flexión compuesta cuando está sometida, simultáneamente, a flexión y a tracción o a compresión. (Imaz,2013)	Esta variable se medirá mediante la flexión provocada por la aplicación de cargas.	Flexión	Flexión provocada por la aplicación de cargas	Razón
Variable Dependiente (Y2) Patrón de agrietamiento	"En los miembros flexionados el control de la fisuración puede ser tan importante como el control de la deflexión[...]. Para las superficies de hormigón expuestas el control de la fisuración también es importante desde el punto de vista estético. (Comité ACI 224,2001)	Esta variable se medirá mediante su forma de agrietamiento, la clasificación por ancho de grieta y la zona donde se encuentre la grieta.	Forma del agrietamiento	Diagonal	Nominal
				Transversal	
				Paralelo a la superficie del concreto	
			Clasificación por ancho de grieta	Micro fisura	Ordinal
				Fisura	
				Macro fisura	
Zonas de grietas	Grieta	Nominal			
	Sobre el refuerzo				
	1/3 de la viga				
	Al eje de la viga				

ANEXO 2:

MATRIZ DE CONSISTENCIA: “Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021”.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cuáles son las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020?	Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Existen diferencias significativas con relación al comportamiento a flexión y el patrón de agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Variable Independiente (X1) Viga Convencional	Características físicas	Dimensiones Geométricas	Ensayo de flexión NTP 339.078 Ensayo de compresión NTP 339.034
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Variable Independiente (X2) Viga Postensada no Adherida	Cargas	Cargas aplicadas	
¿Cuáles son las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020?	Identificar las diferencias con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Existen diferencias significativas con relación al comportamiento a flexión entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Variable Dependiente (Y1) Comportamiento a flexión	Flexión	Flexión provocada por la aplicación de cargas	
¿Cuáles son las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020?	Identificar las diferencias con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Existen diferencias significativas con relación a la forma del agrietamiento entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Variable Dependiente (Y2) Patrón de agrietamiento	Forma del agrietamiento	Diagonal	
					Transversal	
					Paralelo a la superficie del concreto	
¿Cuáles son las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020?	Identificar las diferencias con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Existen diferencias significativas con relación a la clasificación por ancho de grieta entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.		Clasificación por ancho de grieta	Micro fisura	
					Fisura	
			Zona de grietas	Macro fisura		
				Grieta		
¿Cuáles son las diferencias con relación a la zona de grietas entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020?	Identificar las diferencias con relación a la zona de entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.	Existen diferencias significativas con relación a la zona de grietas entre vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2020.		Sobre el refuerzo		
				1/3 de la viga		
				Al eje de la viga		

ANEXO 3: Boleta de pago

 **JJ GEOTECNIA SAC**
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264
Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
Informes@jjgeotecniasac.com
www.jjgeotecniasac.com

RUC. 20605049568
RECIBO
Nº 000241

Recibí de: Mijail Ortega Chiroque

La Suma de: 1600,00 nuevos Soles

Por Concepto de: adelanto de tesis de acuerdo a la Cot. 529-S. (depleción).

Lima, 3 de 05 del 2,0 21

 Firma

Firma

 **JJ GEOTECNIA SAC**
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Fijo: 01 7261346
Jr. La Madrid 264
Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
Informes@jjgeotecniasac.com
www.jjgeotecniasac.com

RUC. 20605049568
RECIBO
Nº 000264

Recibí de: Mijail Ortega Chiroque

La Suma de: 1870,00 nuevos Soles.

Por Concepto de: Cancelación de ensayos de concreto (TESIS)

Lima, 12 de 6 del 2,0 21

 Firma

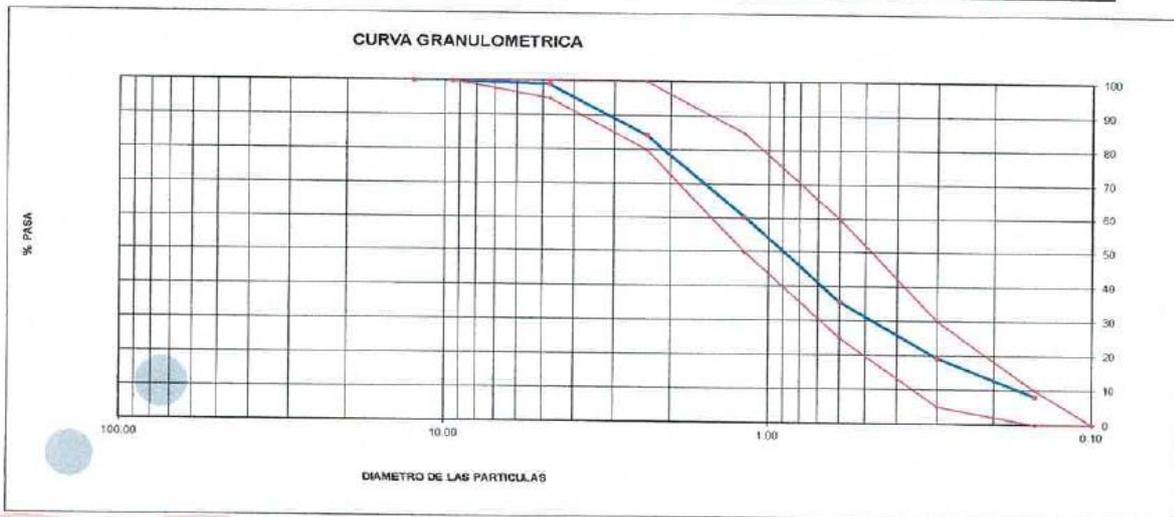
Firma

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

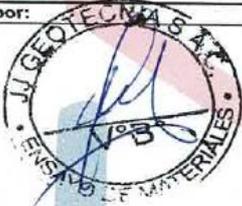
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
TESIS	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021".
UBICACIÓN	: LIMA
MATERIAL	: Agregado fino
PESO INICIAL HUMEDO (g)	792.6
PESO INICIAL SECO (g)	780.6
CANtera	: TRAPICHE
	% W = 1,6
	MF = 2,93
	Fecha de ensayo: 05/05/2021

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:

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

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



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Cel: 980703014 / 947280585
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

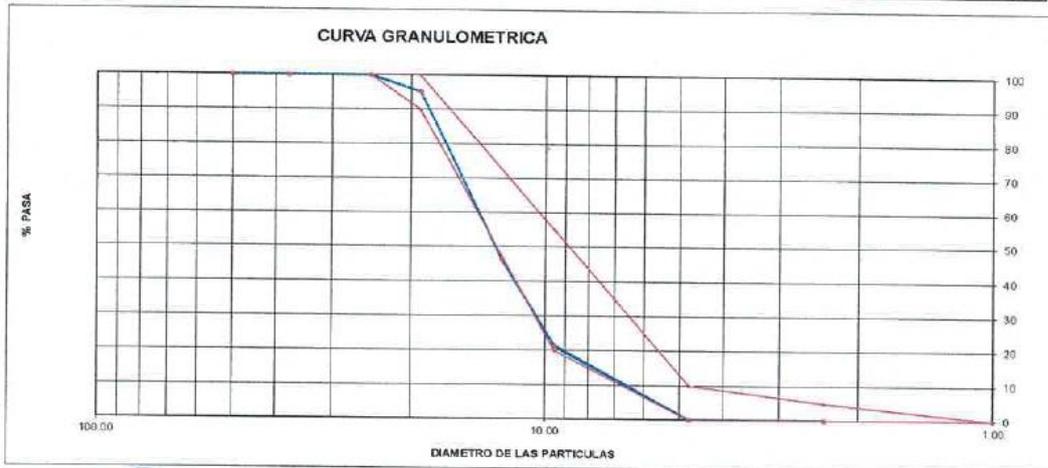
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque		
TESIS	: *Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021*		
UBICACION	: LIMA	Fecha de ensayo:	05/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE
PESO INICIAL HUMEDO (g) 1,832.00 **% W =** 0.1
PESO INICIAL SECO (g) 1,830.00 **MF =** 8.83

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	100
1/2"	12.50	890.0	49.0	53.6	46.4	90 - 100
3/8"	8.53	456.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0		0.0	



OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. G.º N.º 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
---------------------------	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o Glb)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
TESIS	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021".
UBICACIÓN	: LIMA
Fecha de ensayo:	05/05/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.318
--------------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6614	6598	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.535
--	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. O.T.A. N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
TESIS	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021".
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de ensayo: 05/05/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6596	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4233	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.535
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7196	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.755
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. C.A. N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C127

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
TESIS	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021".
UBICACION	: LIMA
Fecha de ensayo: 05/05/2021	

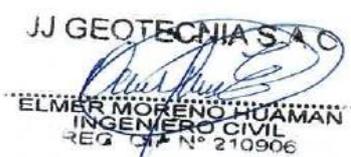
MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : TRAPICHE

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO		
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2536.0	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco	C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:

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

<p>Elaborado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. ENSAYO DE MATERIALES</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. DTA N° 210906</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJ

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
TESIS	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021".
UBICACION	: LIMA
Fecha de ensayo: 05/05/2021	

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : TRAPICHE

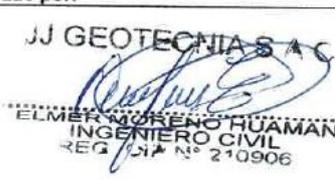
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.26	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.72	311.7	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	663.9	662.3	663.10
5	Peso del Balon N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7

RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/(V-W)-(500-A))	g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.5	1.5	1.5

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. INIA N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/03/2021

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

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mijail Ortega Chiroque
PROYECTO	: "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021".
UBICACIÓN	: LIMA
FECHA	: 20 de Mayo de 2021
	Fecha de Emisión : 12 de Junio de 2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA em ²	ESFUERZO kg/em ²	F ^c Diseño kg/em ²	% F ^c
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	20/05/2021	7	12616.3	78.5	160.6	210.0	76.5
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	20/05/2021	7	13456.4	78.5	171.3	210.0	81.6
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	20/05/2021	7	13124.6	78.5	167.1	210.0	79.6
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	27/05/2021	14	14498.8	78.5	184.6	210.0	87.9
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	27/05/2021	14	14785.2	78.5	188.3	210.0	89.6
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	27/05/2021	14	14517.5	78.5	184.8	210.0	88.0
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	10/06/2021	28	16585.3	78.5	211.2	210.0	100.6
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	10/06/2021	28	17256.2	78.5	219.7	210.0	104.6
CONCRETO CONVENCIONAL	13/05/2021	10/06/2021	28	16981.2	78.5	216.2	210.0	103.0

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

OBSERVACIONES:

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

Elaborado por:  V.B. Jefe de Laboratorio	Revisado por:  INGENIERO HUMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO	Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	02
	Fecha	01-01-2021
	Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"

SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque

UBICACIÓN : Distrito de Lima.

FECHA DE EMISIÓN : 20/05/2021

Tipo de muestra : Concreto endurecido

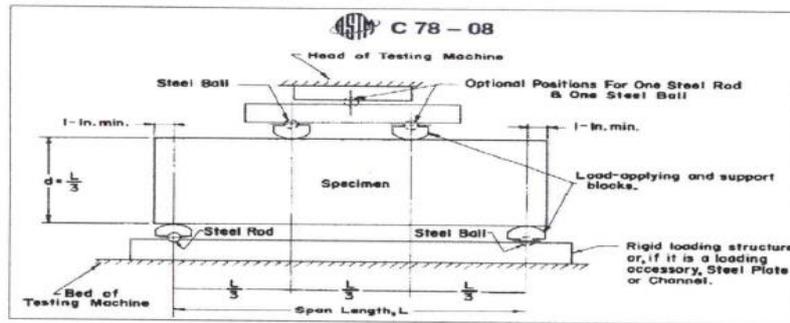
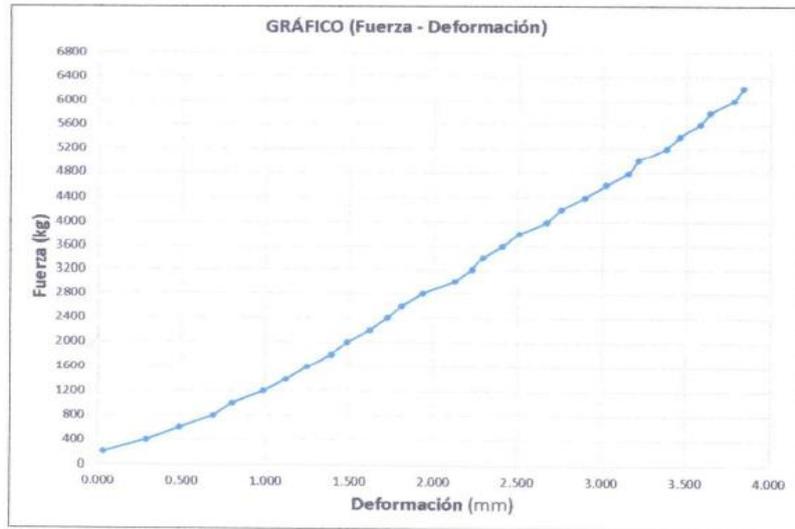
Presentación : Especímenes prismáticos

F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-1 POSTENSADA	13/05/2021	20/05/2021	7 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	41.4 kg/cm ²

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.035
400	0.289
600	0.486
800	0.689
1000	0.801
1200	0.986
1400	1.121
1600	1.246
1800	1.368
2000	1.486
2200	1.621
2400	1.725
2600	1.811
2800	1.934
3000	2.125
3200	2.226
3400	2.289
3600	2.411
3800	2.508
4000	2.673
4200	2.758
4400	2.898
4600	3.024
4800	3.157
5000	3.216
5200	3.384
5400	3.463
5600	3.584
5800	3.643
6000	3.785
6215	3.841



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

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



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO	Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	02
	Fecha	01-01-2021
	Página	1 de 1

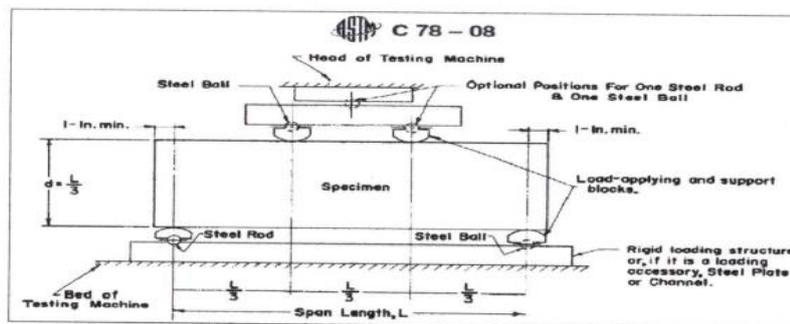
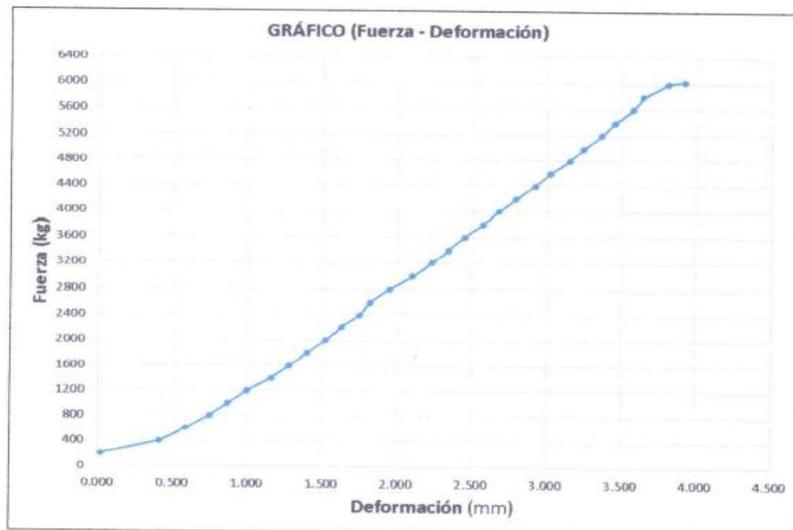
TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"

SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima
 FECHA DE EMISIÓN : 20/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-2 POSTENSADA	13/05/2021	20/05/2021	7 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	40.2 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.023
400	0.410
600	0.590
800	0.750
1000	0.870
1200	1.000
1400	1.160
1600	1.280
1800	1.400
2000	1.520
2200	1.630
2400	1.750
2600	1.820
2800	1.950
3000	2.100
3200	2.230
3400	2.340
3600	2.450
3800	2.570
4000	2.680
4200	2.790
4400	2.920
4600	3.020
4800	3.150
5000	3.240
5200	3.360
5400	3.450
5600	3.570
5800	3.640
6000	3.810
6023	3.920



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

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



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	FORMATO	Código	AE-FO-124
		Versión	02
		Fecha	01-01-2021
		Página	1 de 1

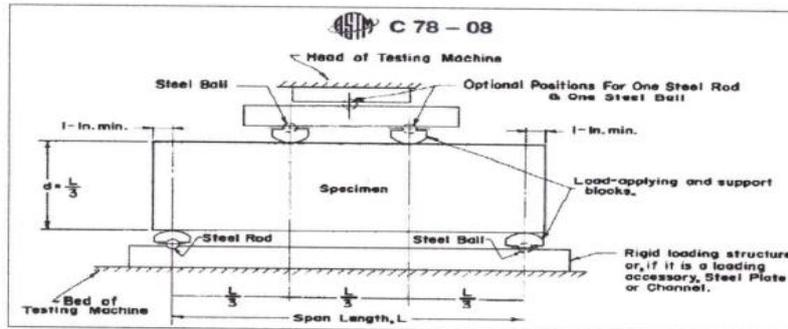
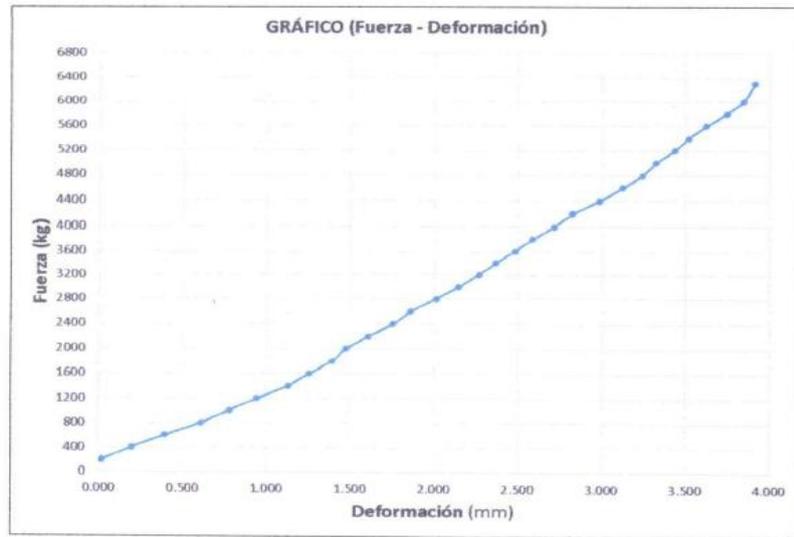
TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"

SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 20/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-3 POSTENSADA	13/05/2021	20/05/2021	7 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.0 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.019
400	0.198
600	0.394
800	0.615
1000	0.785
1200	0.948
1400	1.135
1600	1.257
1800	1.396
2000	1.475
2200	1.610
2400	1.758
2600	1.864
2800	2.015
3000	2.146
3200	2.268
3400	2.371
3600	2.484
3800	2.589
4000	2.715
4200	2.826
4400	2.987
4600	3.123
4800	3.245
5000	3.324
5200	3.435
5400	3.518
5600	3.622
5800	3.745
6000	3.846
6296	3.915



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

 Elaborado por:	Revisado por: ELMER M. BENITO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 210906	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código AE-FO-124

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

Versión 02

Fecha 01-01-2021

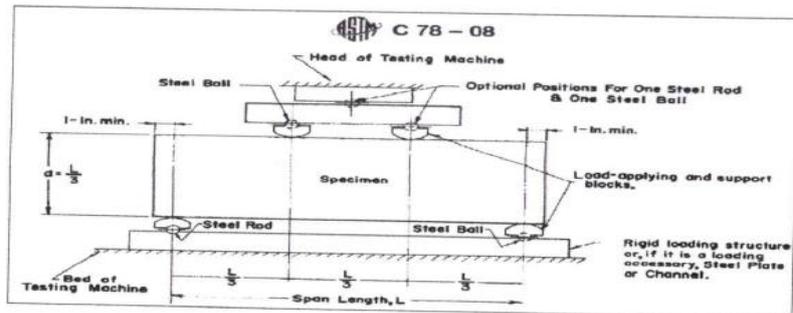
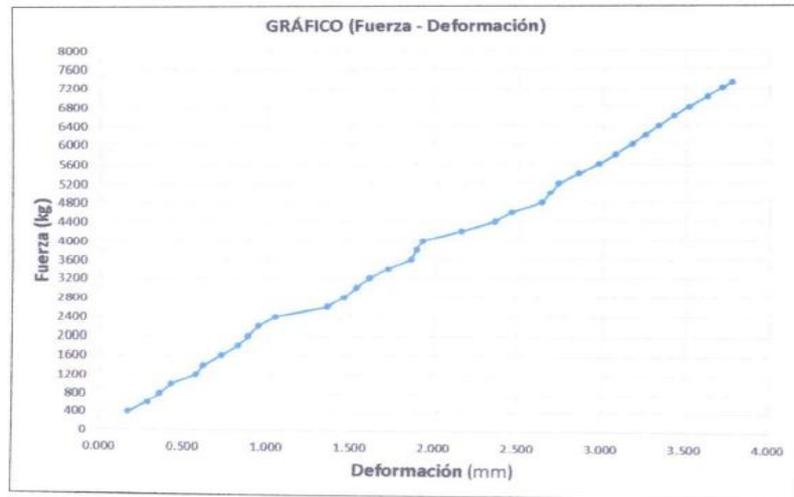
Página 1 de 1

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-4 POSTENSADA	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.7 kg/cm ²

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
400	0.170
600	0.290
800	0.360
1000	0.430
1200	0.580
1400	0.620
1600	0.730
1800	0.830
2000	0.890
2200	0.950
2400	1.050
2600	1.360
2800	1.460
3000	1.530
3200	1.610
3400	1.720
3600	1.860
3800	1.890
4000	1.930
4200	2.160
4400	2.360
4600	2.460
4800	2.64
5000	2.69
5200	2.74
5400	2.86
5600	2.98
5800	3.08
6000	3.18
6200	3.26
6400	3.34
6600	3.43
6800	3.52
7000	3.63
7200	3.72
7311	3.78



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:



JJ GEOTECNIA SAC
 ELMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 210907

JJ GEOTECNIA S.A.C
 CONTROL DE CALIDAD

Jefe de Laboratorio

Ingeniero de Suelos y Pavimentos

Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

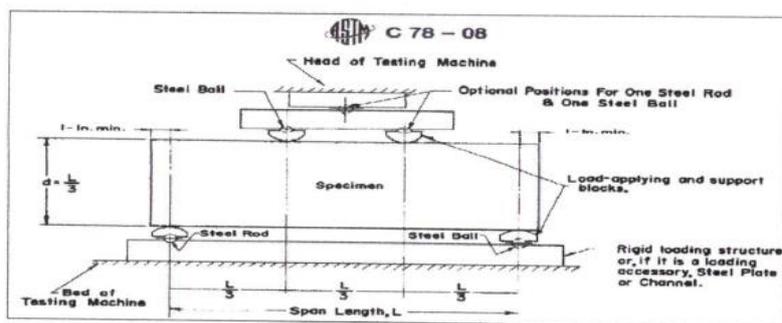
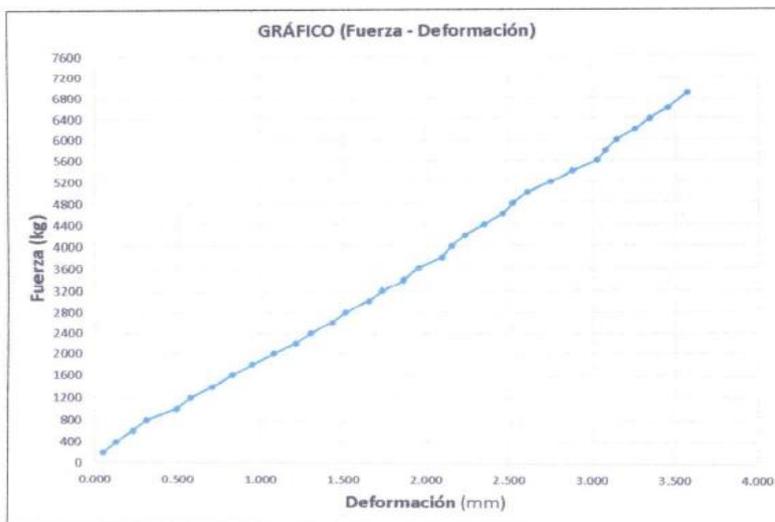
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-5 POSTENSADA	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.0 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.050
400	0.130
600	0.230
800	0.310
1000	0.500
1200	0.580
1400	0.710
1600	0.830
1800	0.950
2000	1.080
2200	1.210
2400	1.300
2600	1.430
2800	1.510
3000	1.650
3200	1.730
3400	1.860
3600	1.950
3800	2.090
4000	2.150
4200	2.230
4400	2.350
4600	2.460
4800	2.520
5000	2.610
5200	2.750
5400	2.880
5600	3.030
5800	3.080
6000	3.150
6200	3.260
6400	3.350
6600	3.460
6899	3.580



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

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



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
MATERIALES

Tel.: (01) 632-9183
Cel: 980703014 / 947280585
Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

FORMATO

Código AE-FO-124

Versión 02

Fecha 01-01-2021

Página 1 de 1

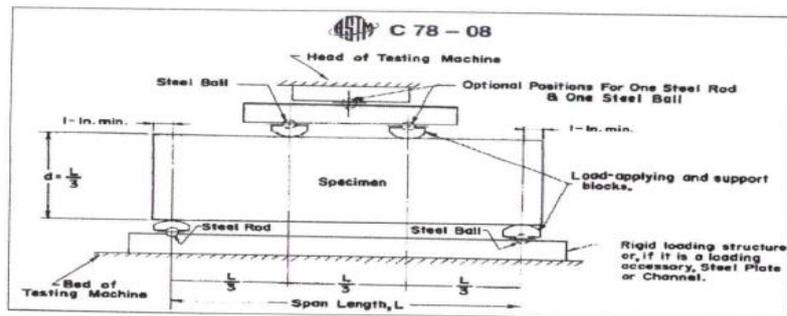
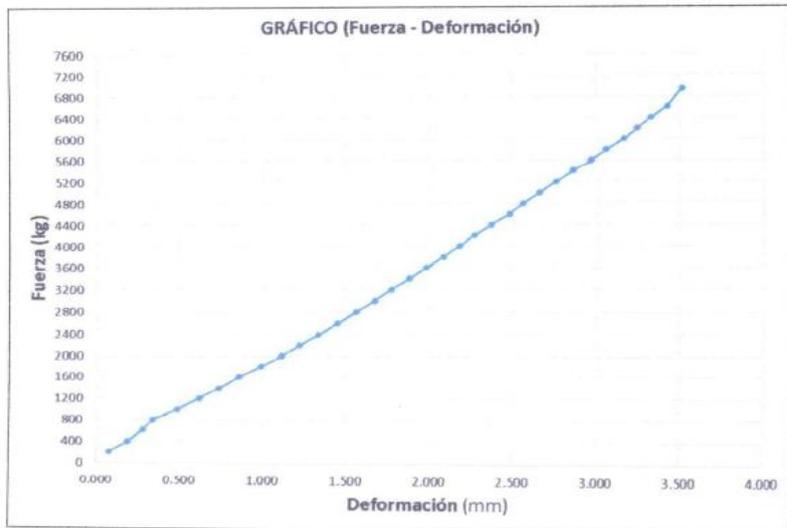
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
UBICACIÓN : Distrito de Lima.
FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

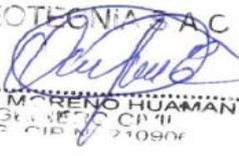
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-6 POSTENSADA	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.4 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.080
400	0.190
600	0.280
800	0.340
1000	0.490
1200	0.620
1400	0.740
1600	0.860
1800	0.990
2000	1.110
2200	1.220
2400	1.330
2600	1.450
2800	1.560
3000	1.670
3200	1.770
3400	1.880
3600	1.980
3800	2.080
4000	2.180
4200	2.270
4400	2.370
4600	2.48
4800	2.56
5000	2.66
5200	2.76
5400	2.86
5600	2.97
5800	3.06
6000	3.17
6200	3.25
6400	3.33
6600	3.43
6956	3.52



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN ING. EN SUELOS Y PAVIMENTOS REG. CIP N° 21090F Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	---



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

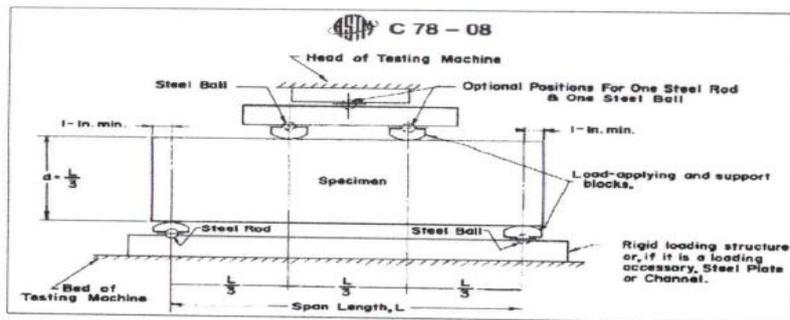
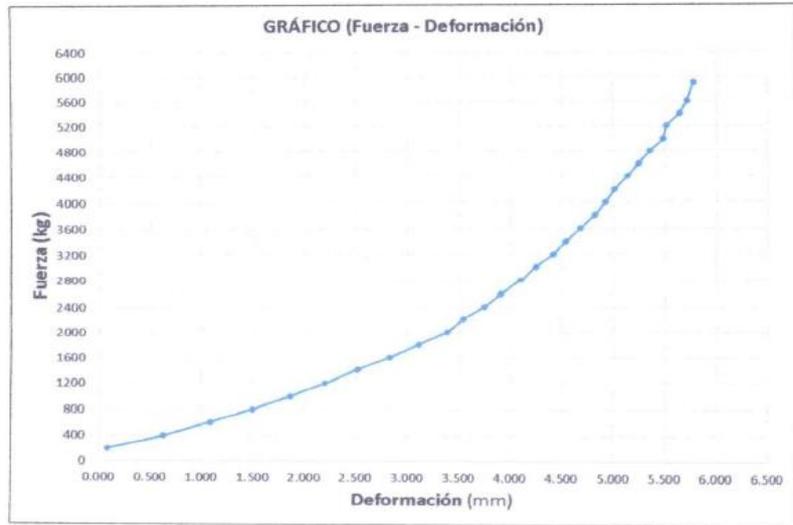
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-7 POSTENSADA	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.0 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.090
400	0.630
600	1.090
800	1.500
1000	1.870
1200	2.200
1400	2.520
1600	2.830
1800	3.110
2000	3.380
2200	3.540
2400	3.750
2600	3.910
2800	4.100
3000	4.250
3200	4.420
3400	4.540
3600	4.680
3800	4.820
4000	4.920
4200	5.010
4400	5.140
4600	5.250
4800	5.360
5000	5.490
5200	5.520
5400	5.650
5600	5.720
5907	5.790



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  JJ GEOTECNIA S A C ELMER M. RENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 21090F	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Tel.: (01) 632-9183
Cel: 980703014 / 947280585
Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

FORMATO

Código AE-FO-124

Versión 02

Fecha 01-01-2021

Página 1 de 1

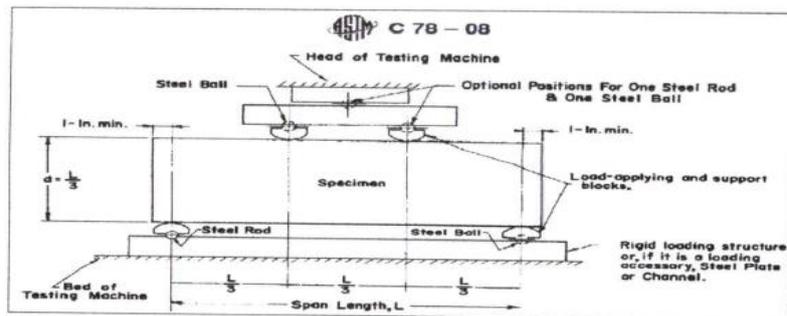
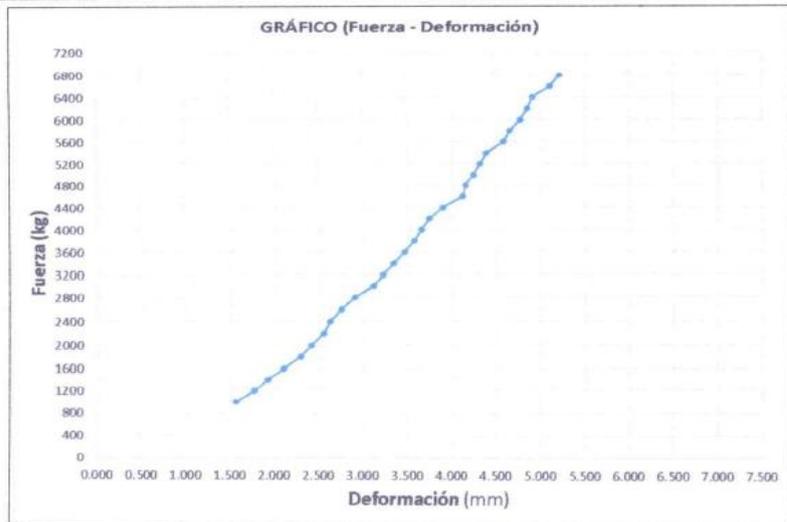
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
UBICACIÓN : Distrito de Lima.
FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-8 POSTENSADA	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.8 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.230
400	0.620
600	1.020
800	1.330
1000	1.570
1200	1.780
1400	1.930
1600	2.110
1800	2.300
2000	2.420
2200	2.560
2400	2.630
2600	2.760
2800	2.910
3000	3.120
3200	3.230
3400	3.350
3600	3.470
3800	3.580
4000	3.660
4200	3.750
4400	3.900
4600	4.130
4800	4.160
5000	4.250
5200	4.330
5400	4.400
5600	4.590
5800	4.660
6000	4.780
6200	4.865
6400	4.920
6600	5.120
6800	5.230
7025	5.352



OBSERVACIONES:

- Muestras Proporcionadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S A C</p> <p>ELMER RENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S A C CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</p>
--	---	---



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

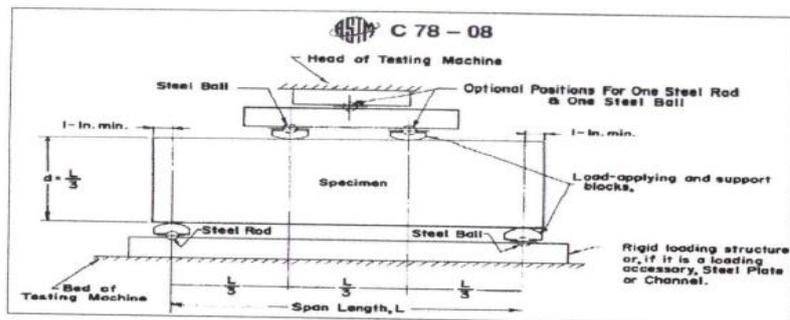
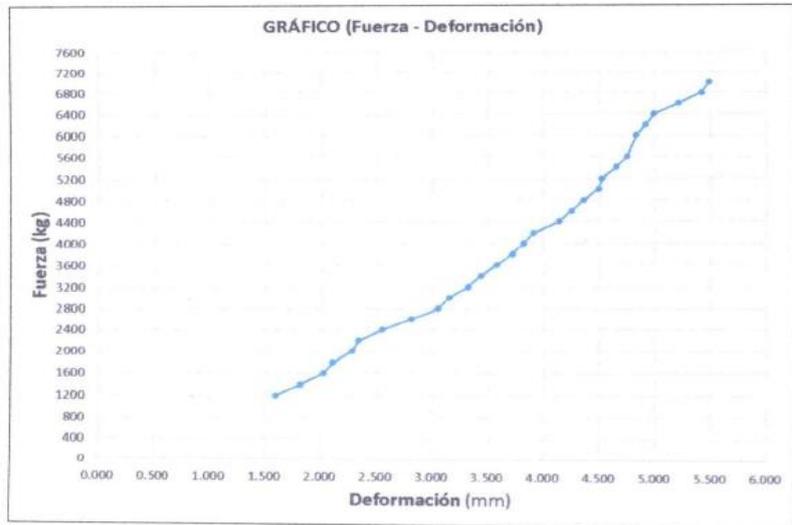
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-9 POSTENSADA	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.7 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.090
400	0.630
600	1.090
800	1.300
1000	1.570
1200	1.600
1400	1.820
1600	2.030
1800	2.110
2000	2.280
2200	2.340
2400	2.550
2600	2.810
2800	3.050
3000	3.150
3200	3.320
3400	3.440
3600	3.580
3800	3.720
4000	3.820
4200	3.910
4400	4.140
4600	4.250
4800	4.360
5000	4.490
5200	4.520
5400	4.650
5600	4.750
6000	4.830
6200	4.920
6400	4.990
6600	5.210
6800	5.420
7007	5.490



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: ELMER M. RENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIBEN N° 21090F	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO	Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	02
	Fecha	01-01-2021
	Página	1 de 1

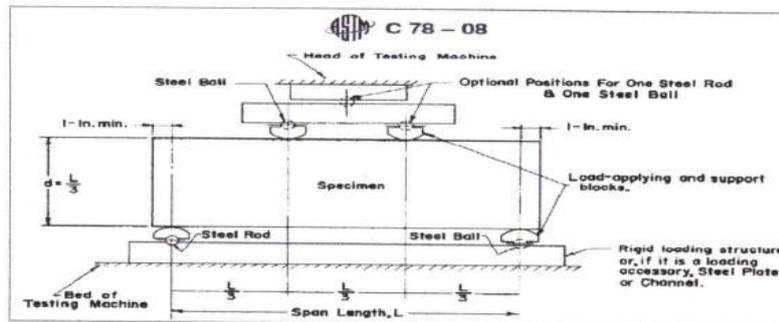
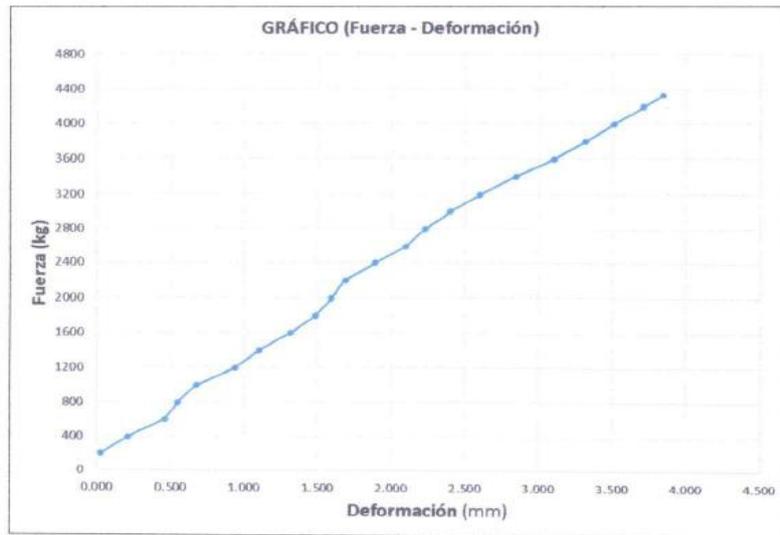
TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"

SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 20/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-1 PATRÓN	13/05/2021	20/05/2021	7 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	28.9 kg/cm ²

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.025
400	0.212
600	0.463
800	0.551
1000	0.680
1200	0.945
1400	1.104
1600	1.315
1800	1.486
2000	1.592
2200	1.689
2400	1.890
2600	2.100
2800	2.230
3000	2.400
3200	2.600
3400	2.846
3600	3.105
3800	3.315
4000	3.510
4200	3.712
4328	3.846
--	--
--	--
--	--
--	--
--	--
--	--
--	--
--	--
--	--



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</p>	<p>Revisado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MADRENO HUAMAN INGENIERO EN CIVIL REG. CIP N° 210900</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

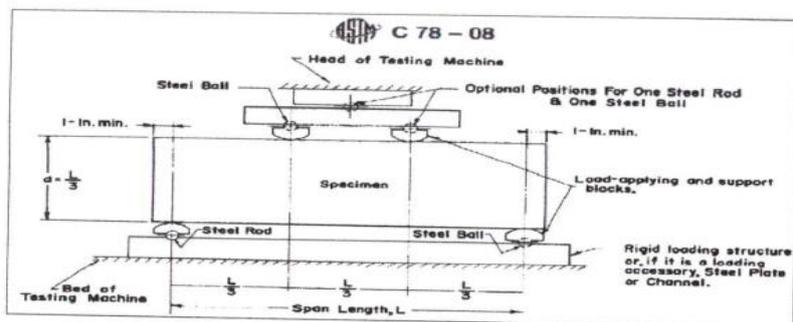
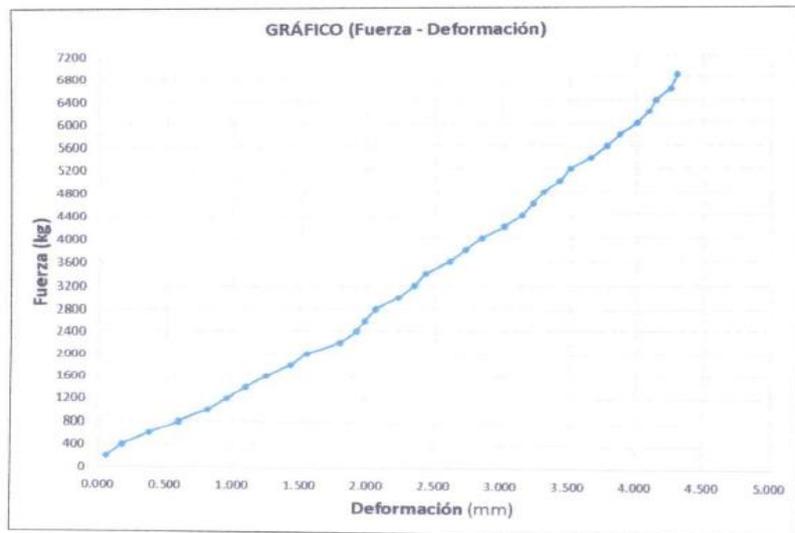
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F_c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

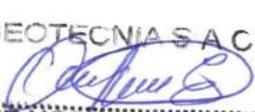
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-4 PATRON	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	45.7 kg/cm ²

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.060
400	0.180
600	0.380
800	0.600
1000	0.820
1200	0.960
1400	1.100
1600	1.250
1800	1.430
2000	1.550
2200	1.800
2400	1.920
2600	1.980
2800	2.060
3000	2.230
3200	2.350
3400	2.430
3600	2.610
3800	2.730
4000	2.850
4200	3.020
4400	3.150
4600	3.230
4800	3.310
5000	3.430
5200	3.510
5400	3.660
5600	3.780
5800	3.880
6000	4.010
6200	4.150
6400	4.260
6600	4.260
6851	4.310



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

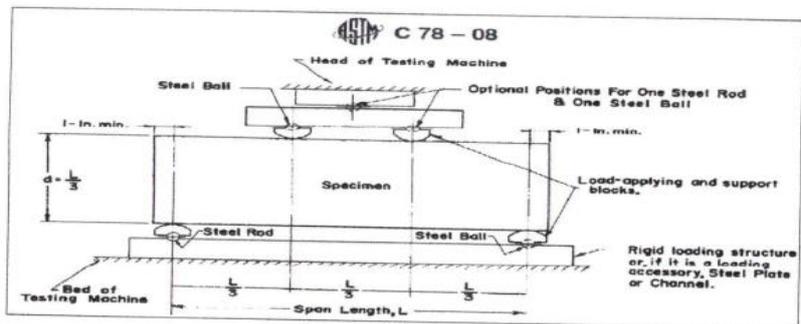
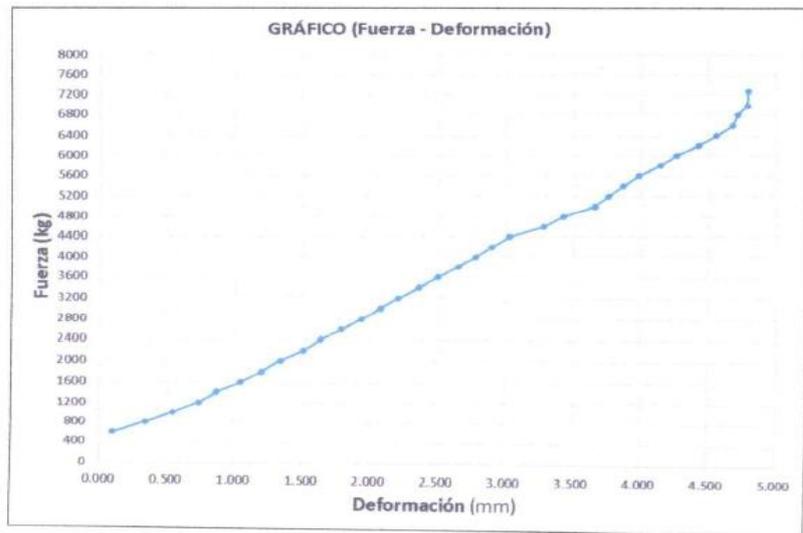
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	FORMATO	Código	AE-FO-124
		Versión	02
		Fecha	01-01-2021
		Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-5 PATRON	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.5 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
600	0.100
800	0.340
1000	0.550
1200	0.740
1400	0.870
1600	1.050
1800	1.200
2000	1.340
2200	1.510
2400	1.640
2600	1.790
2800	1.940
3000	2.080
3200	2.210
3400	2.360
3600	2.500
3800	2.650
4000	2.780
4200	2.900
4400	3.030
4600	3.280
4800	3.430
5000	3.660
5200	3.760
5400	3.870
5600	3.990
5800	4.150
6000	4.270
6200	4.430
6400	4.560
6600	4.680
6800	4.720
7000	4.790
7271	4.800



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP. 71090F	Aprobado por: JJ GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

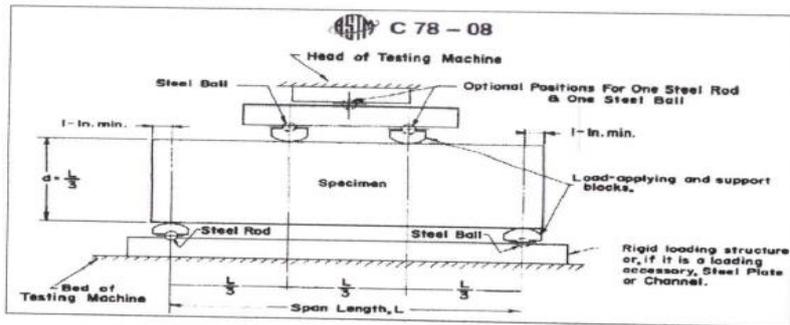
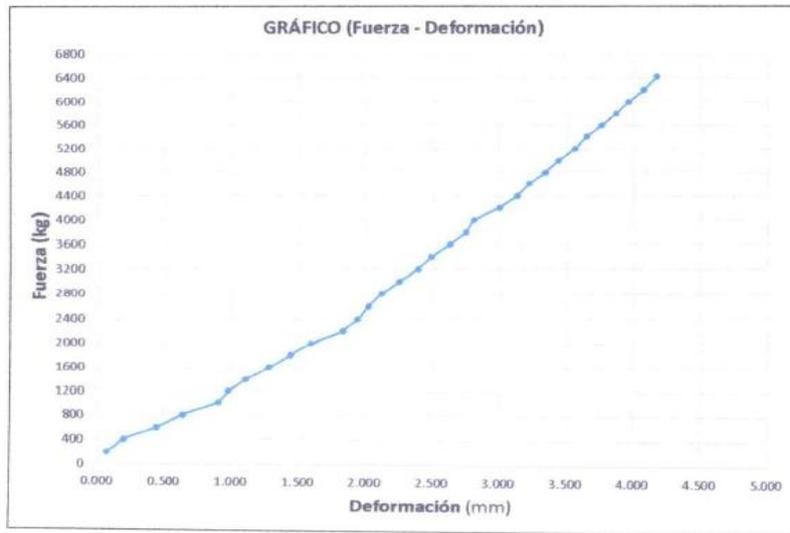
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	FORMATO	Código	AE-FO-124
		Versión	02
		Fecha	01-01-2021
		Página	1 de 1

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 27/05/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-6 PATRON	13/05/2021	27/05/2021	14 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	42.8 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.070
400	0.200
600	0.440
800	0.640
1000	0.910
1200	0.980
1400	1.110
1600	1.280
1800	1.440
2000	1.590
2200	1.830
2400	1.940
2600	2.020
2800	2.120
3000	2.250
3200	2.390
3400	2.490
3600	2.630
3800	2.750
4000	2.810
4200	3.000
4400	3.130
4600	3.22
4800	3.34
5000	3.44
5200	3.56
5400	3.65
5600	3.76
5800	3.87
6000	3.97
6200	4.08
6423	4.18
--	--
--	--



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F</p>	<p>JJ GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

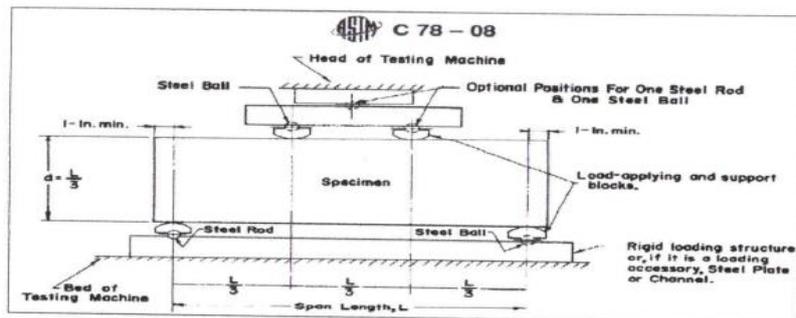
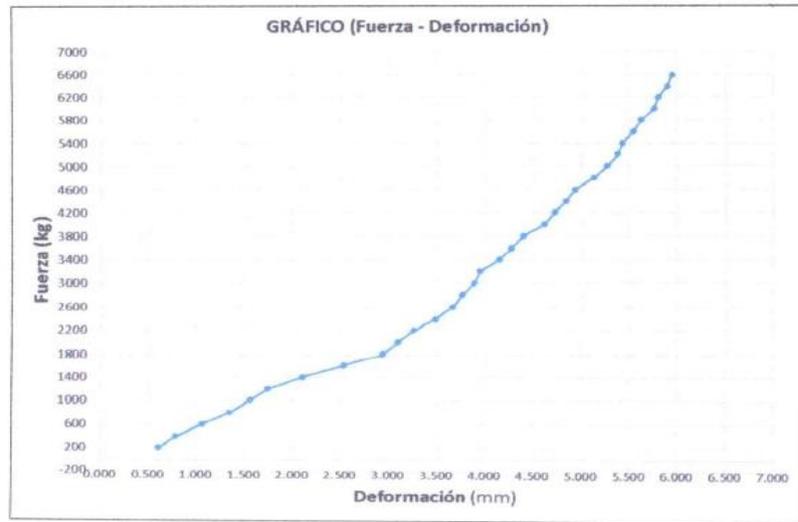
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima - 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-7 PATRON	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	43.9 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.610
400	0.790
600	1.070
800	1.350
1000	1.570
1200	1.750
1400	2.110
1600	2.540
1800	2.940
2000	3.100
2200	3.260
2400	3.480
2600	3.660
2800	3.760
3000	3.890
3200	3.950
3400	4.150
3600	4.280
3800	4.400
4000	4.620
4200	4.730
4400	4.840
4600	4.940
4800	5.130
5000	5.270
5200	5.380
5400	5.430
5600	5.550
5800	5.625
6000	5.763
6200	5.808
6400	5.899
6580	5.952



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

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



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código	AE-FO-124
Versión	02
Fecha	01-01-2021
Página	1 de 1

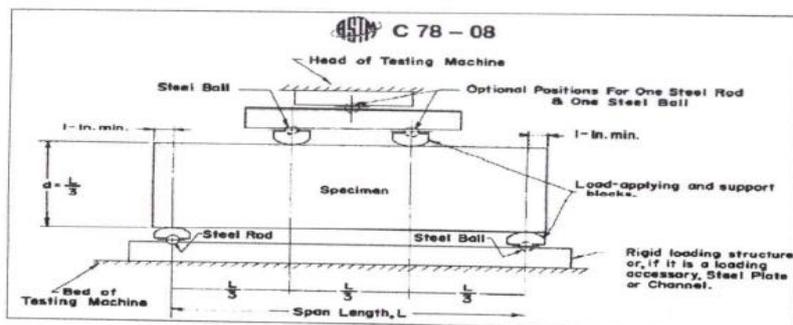
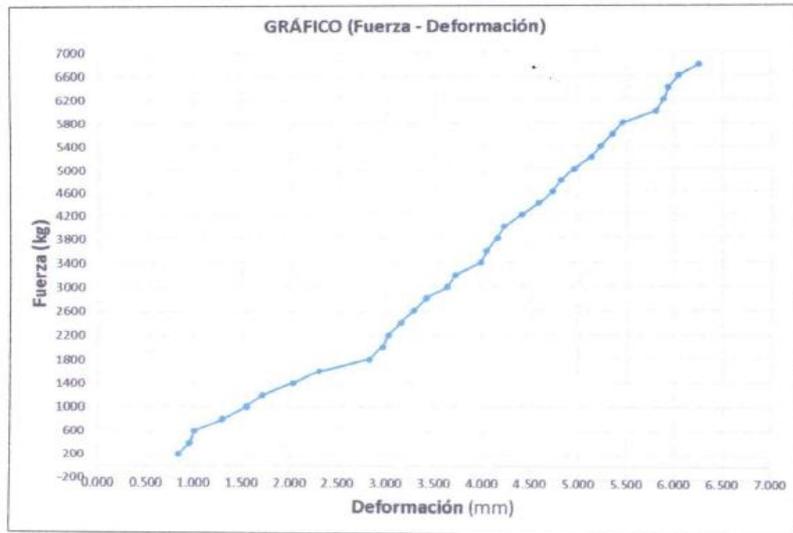
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima – 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-8 PATRON	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	48.0 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.840
400	0.960
600	1.010
800	1.300
1000	1.550
1200	1.710
1400	2.030
1600	2.300
1800	2.820
2000	2.960
2200	3.020
2400	3.150
2600	3.280
2800	3.410
3000	3.630
3200	3.710
3400	3.980
3600	4.040
3800	4.150
4000	4.220
4200	4.410
4400	4.580
4600	4.730
4800	4.810
5000	4.950
5200	5.130
5400	5.230
5600	5.350
5800	5.460
6000	5.810
6200	5.890
6400	5.940
6600	6.050
6800	6.260
7000	6.380
7200	6.405



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA



Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

JJ GEOTECNIA SAC
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LABORATORIO DE ENSAYO DE
 MATERIALES

FORMATO

Código AE-FO-124

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

Versión 02

Fecha 01-01-2021

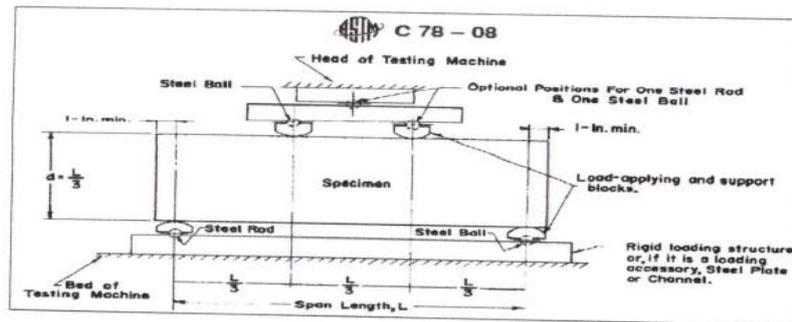
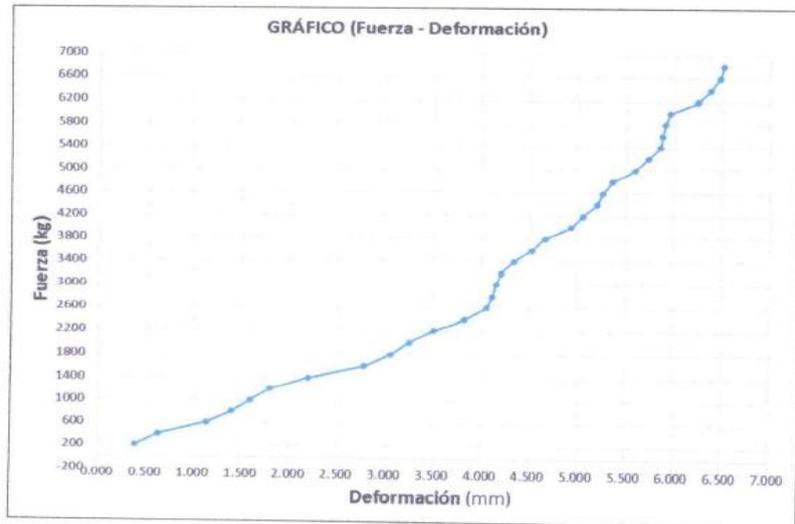
Página 1 de 1

TESIS : "Comportamiento a flexión y del patrón de agrietamiento de vigas convencionales y postensadas no adheridas, Lima -- 2021"
 SOLICITANTE : Mijail Ortega Chiroque
 UBICACIÓN : Distrito de Lima.
 FECHA DE EMISIÓN : 10/06/2021
 Tipo de muestra : Concreto endurecido
 Presentación : Especímenes prismáticos
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
V-9 PATRON	13/05/2021	10/06/2021	28 días	FUERA DEL TERCIO MEDIO	45.0	46.4 kg/cm2

Fuerza (kg)	Deformación (mm)
200	0.390
400	0.630
600	1.140
800	1.400
1000	1.600
1200	1.800
1400	2.200
1600	2.780
1800	3.060
2000	3.250
2200	3.500
2400	3.820
2600	4.050
2800	4.110
3000	4.150
3200	4.200
3400	4.330
3600	4.520
3800	4.660
4000	4.930
4200	5.050
4400	5.200
4600	5.260
4800	5.360
5000	5.600
5200	5.740
5400	5.860
5600	5.880
5800	5.910
6000	5.960
6200	6.250
6400	6.380
6600	6.480
6800	6.520
6957	6.780



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:



Revisado por:

JJ GEOTECNIA SAC
 ELMER MORENO HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 210906

Aprobado por:

JJ GEOTECNIA SAC
 CONTROL DE CALIDAD
 JJ GEOTECNIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-06445-2021

PROFORMA : 2506A

Fecha de emisión : 2021 - 05 - 06

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR

Marca : NO INDICA

Modelo : 315-X6

Nº Serie : HIW0198

Intervalo de indicación : 5000 kg

Resolución : 0,1 kg

Procedencia : No Indica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2021 - 04 - 26

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

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

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

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	23,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	69,0%	70,0%

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.


**Lic. Nicolás Ramos Paucar**
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

Certificado : TC-06445-2021

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0593-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
500,0	487,0	-13,0	0,1
1000,0	975,0	-25,0	0,1
1500,0	1436,5	-63,5	0,1
2000,0	1944,0	-56,0	0,1
2500,0	2463,0	-37,0	0,1
3000,0	2964,5	-35,5	0,1
3500,0	3464,5	-35,5	0,1
4000,0	3944,0	-56,0	0,1
4500,0	4434,5	-65,5	0,1
5000,0	4945,3	-54,7	0,1

OBSERVACIONES.

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

INCERTIDUMBRE

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

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC22016
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : I
Capacidad Mínima : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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

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

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

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

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2
2		1 100,00	8	-3
3		1 099,99	2	-7
4		1 100,00	7	-2
5		1 100,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3
8		1 099,99	3	-8
9		1 100,00	8	-3
10		1 099,99	2	-7
Em _{ax} - Em _{in} (mg)			6	
error máximo permitido (\pm mg)			20	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		2 199,99	4	-9
3		2 200,00	7	-2
4		2 199,99	2	-7
5		2 200,00	8	-3
6		2 200,00	9	-4
7		2 199,99	2	-7
8		2 200,00	7	-2
9		2 199,99	3	-8
10		2 199,99	2	-7
Em _{ax} - Em _{in} (mg)			7	
error máximo permitido (\pm mg)			30	

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 50 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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

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

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

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

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1
2		15 000	0,4	0,1
3		15 000	0,5	0,0
4		15 000	0,4	0,1
5		15 000	0,6	-0,1
6		15 001	0,8	0,7
7		15 000	0,4	0,1
8		15 000	0,5	0,0
9		15 000	0,4	0,1
10		15 000	0,4	0,1
Emáx - Emín (g)			0,8	
error máximo permitido ($\pm g$)			2,0	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		30 000	0,3	0,2
3		30 000	0,2	0,3
4		30 000	0,1	0,4
5		30 001	0,8	0,7
6		30 001	0,7	0,8
7		30 000	0,2	0,3
8		30 000	0,3	0,2
9		30 001	0,7	0,8
10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emín (g)			0,6	
error máximo permitido ($\pm g$)			3,0	

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07122 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : YA501
N° de Serie : NO INDICA
Capacidad Máxima : 500 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 2 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2021-04-26

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

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

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

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

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 07122 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de METROIL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud M1	M-0235-2021 Feb 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

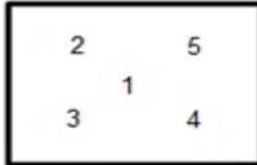
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	75 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250	250,0	0,04	0,01
2		250,0	0,06	-0,01
3		250,0	0,05	0,00
4		250,0	0,04	0,01
5		250,1	0,06	0,09
6		250,0	0,06	-0,01
7		250,0	0,04	0,01
8		250,0	0,05	0,00
9		250,1	0,06	0,09
10		250,0	0,06	-0,01
Emax - Emin (g)			0,10	
e.m.p. ± (g)			0,3	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	500	500,0	0,02	0,03
2		500,0	0,03	0,02
3		500,0	0,04	0,01
4		500,0	0,04	0,01
5		500,1	0,08	0,07
6		500,0	0,02	0,03
7		500,1	0,08	0,07
8		500,0	0,02	0,03
9		500,0	0,03	0,02
10		500,0	0,03	0,02
Emax - Emin (g)			0,06	
e.m.p. ± (g)			0,3	

Certificado de Calibración
TC - 07122 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1	1,0	0,06	-0,01	160	160,0	0,04	0,01	0,02	0,2
2		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01	
3		1,0	0,04	0,01		160,0	0,07	-0,02	-0,03	
4		1,0	0,04	0,01		160,0	0,04	0,01	0,00	
5		1,0	0,06	-0,01		160,0	0,03	0,02	0,03	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	72 %	74 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,07	-0,02	0,00	2,0	0,04	0,01	0,03	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	50,0	0,04	0,01	0,03	0,1
100,00	100,0	0,04	0,01	0,03	100,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
150,00	150,0	0,05	0,00	0,02	150,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,01	200,0	0,04	0,01	0,03	0,2
250,00	250,0	0,04	0,01	0,03	250,0	0,05	0,00	0,02	0,3
300,00	300,0	0,03	0,02	0,04	300,0	0,03	0,02	0,04	0,3
350,00	350,0	0,03	0,02	0,04	350,0	0,02	0,03	0,05	0,3
400,00	400,0	0,02	0,03	0,05	400,1	0,09	0,06	0,08	0,3
500,00	500,1	0,08	0,07	0,09	500,1	0,08	0,07	0,09	0,3

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R - 1,32 \times 10^{-4} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{3,25 \times 10^{-3} \text{ kg}^2 + 1,14 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 500,5 g para una carga de valor nominal 500 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 06443 - 2021

PROFORMA : 2506A

Fecha de emisión: 2021-04-26

Página : 1 de 2

SOLICITANTE: JJ GEOTECNIA S.A.C.

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

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE HUMEDAD (SPEEDY)

Marca : FORNEY
Modelo : No Indica
N° de Serie : No Indica
Intervalo de Indicación : 0 % a 20 %
División de Escala : 0,20%
Diámetro de Rosca : 1/8" NPT
Diámetro de Caja : 80 mm
Posición de Trabajo : Horizontal
Procedencia : USA
Ubicación¹ : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2021 - 04 - 26

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

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación indirecta utilizando el PIC-025 " Procedimiento Interno de Calibración de Medidores de Humedad de suelos"

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

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,9 °C	28,0 °C
Humedad Relativa	63,7 %	65,7 %
Presión	1 004,6 hPa	1 004,6 hPa

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.




Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado : TC - 06443 - 2021
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro 6,9 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-079-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Convencionalmente Verdadero (%)	Indicación del equipo (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
0,00	0,00	0,00	0,11
1,65	2,00	-0,35	0,11
3,55	4,00	-0,45	0,11
5,48	6,00	-0,52	0,11
7,44	8,00	-0,56	0,11
9,37	10,00	-0,63	0,11
11,25	12,00	-0,75	0,11
13,22	14,00	-0,78	0,11
15,16	16,00	-0,84	0,11
17,04	18,00	-0,96	0,11
19,09	20,00	-0,91	0,11

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la división de escala en 5 partes.

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

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

FIN DEL DOCUMENTO



Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

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

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

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

Con base en la norma

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

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

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

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

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

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

ANEXO 5: FOTOS



Prensa CBR para la ruptura de probetas.



Dial unido a un brazo para la medición de la flexión.



Rodillo que aplica la fuerza a la viga.



Viga postensada lista para ser ensayada.