



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ESCUELA DE POSTGRADO

TESIS

VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA
INERCIAGRIETADA EN COLUMNAS CIRCULARES DE PUENTES

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAGISTER
EN INGENIERIA CIVIL CON MENCIÓN EN ESTRUCTURAS**

AUTOR

Br. LUIS ENRIQUE ORDINOLA ENRIQUEZ

ASESOR

Dr. CAMPOS UGAZ WALTER ANTONIO

LINEA DE INVESTIGACION

Diseño Sísmico y Estructural

CHICLAYO – PERÚ

2016

PAGINA DE JURADO

Mg. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

Presidente

Mg. Noé Marín Bardales

Secretario

Dr. Walter Antonio Campos Ugaz

Vocal

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Luis Enrique Ordinola Enriquez egresado (a) del Programa de Maestría (x) Doctorado () Maestría en Ingeniería Civil con mención en Estructuras de la Universidad César Vallejo SAC. Chiclayo, identificado con DNI N° 4

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada: **VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INERCIA AGRIETADA EN COLUMNAS CIRCULARES DE PUENTES.**
2. La misma que presento para optar el grado de: Maestro en Ingeniería Civil con mención en Estructuras.
3. La tesis presentada es auténtica, siguiendo un adecuado proceso de investigación, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
4. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
5. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
6. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Así mismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse algún tipo de falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo S.A.C. Chiclayo; por lo que, LA UNIVERSIDAD podrá suspender el grado y denunciar tal hecho ante las autoridades competentes, ello conforme a la Ley 27444 del Procedimiento Administrativo General.

Pimentel, 15 de Octubre del 2017

Firma

Nombres y apellidos: Luis Enrique Ordinola Enriquez.

DNI: 16458959

DEDICATORIA

A Jehová Dios grande y todopoderoso
Por haberme dado la salud y la provisión
Económica para llegar a ser magister en
Ing. civil con mención en estructuras.

AGRADECIMIENTO

A mi amada esposa Rosa, por su, amor,
Paciencia, comprensión y motivación
A mis hijos Luis, Mario y Silvana, a mi
Madre Mercedes, y a mi tía Victoria, por
Su amor y constante apoyo.

Luis Ordinola

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Variación de la respuesta estructural a partir de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el grado de magister en ingeniería civil con mención en estructuras.

El Autor

INDICE

	Pág.
Página del jurado	ii
Declaración jurada	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Presentación	vi
Índice	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad Problemática	10
1.2 Trabajos previos	12
1.3 Teorías relacionadas al tema	13
1.4 Formulación del problema	22
1.5 Justificación del estudio	22
1.6 Hipótesis	23
1.7 Objetivos.	23
II. MÉTODO	
2.1 Diseño de investigación	24
2.2 Variables, Operacionalización	24
2.3 Población y muestra	25
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	25
2.5 Métodos de análisis de datos	25
2.6 Aspectos éticos	26
III. RESULTADOS	27
IV. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIÓN	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. REFERENCIAS	61
ANEXOS	65

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar la respuesta estructural a partir de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes, se utilizó un diseño causal simple, una población de 97 y muestra de 33 columnas circulares de la base de datos PEER. Como hipótesis se planteó que la variación de la inercia agrietada dependiendo de la intensidad sísmica produce descascaramiento, aplastamiento del núcleo y formación de rotulas plástica, Para la recopilación de la información se utilizó la técnica de análisis documental y la encuesta; y como instrumento la ficha bibliográfica y el cuestionario aplicado a expertos en el tema. La información recopilada se registró y procesó utilizando el programa SPSS V19. Llegando a las siguientes conclusiones; existe una relación lineal Alta y positiva entre las variables Esfuerzo y Resistencia a la compresión del concreto.; también se determinó que hay una relación Baja y no presenta comportamiento lineal la relación entre la variación de la inercia y el esfuerzo de fluencia del acero transversal; así como, también se presenta una relación lineal Baja y negativa entre el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal y la variación de la inercia; de igual manera se encontró que existe una relación lineal Alta y positiva entre la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la carga axial, la cuantía longitudinal y el esfuerzo de compresión del concreto, con una dependencia de 79,6%. 68.4% y 72.4% respectivamente.

Palabras clave: Variación de la respuesta estructural, inercia agrietada, columnas circulares

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of evaluating the structural response from the cracked inertia in circular columns of bridges. A simple causal design was used, a population of 97 and a sample of 33 circular columns of the PEER database. As hypothesis it was proposed that the variation of cracked inertia depending on seismic intensity leads to cracking, crushing of the nucleus and formation of plastic labels. For the collection of information, the technique of documentary analysis and the survey was used; and as an instrument the bibliographical data sheet and the questionnaire applied to experts on the subject. The information collected was recorded and processed using the SPSS V19 program. There is a high and positive linear relationship between the variables Effort and Compressive Strength of the concrete .; It was also determined that there is a low relationship and does not present linear behavior the relationship between the variation of the inertia and the yield stress of the transverse steel; As well as a low and negative linear relationship between the creep stress of the Longitudinal steel and the variation of the inertia; A high and positive linear relationship between the inertia (I_{ef} / I_g) and the axial load, the longitudinal dimension and the concrete comprehension effort was found, with a dependence of 79.6%. 68.4% and 72.4%, respectively.

Keywords: Variation of structural response, cracked inertia, circular columns

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad Problemática

Uno de los elementos estructurales que necesita ser estimado con exactitud dentro del diseño sísmico de puentes, es el diseño sísmico de las columnas; ya que de éstas depende en gran medida el buen funcionamiento de toda la estructura.

Debido a la falta de información detallada en el reglamento nacional de edificaciones, norma técnica E-030, (modificada el 2014 con decreto supremo n° 002-2014-vivienda); en el capítulo 4 en el ítem 4.6.1 dice: “Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de la rigidez y la distribución de las masas”. Como bien sabemos la rigidez está directamente relacionada con la inercia y la norma no es específica, nos dice que consideremos un procedimiento de análisis apropiado sismo resistente con respecto al cálculo de la rigidez en elementos de concreto armado, en consecuencia existe la necesidad de investigar la respuesta estructural en estos elementos bajo esas consideraciones; ya que sabemos que ante un sismo de mediana magnitud la estructura no sufrirá daño alguno y en ese caso el considerar la inercia bruta es lo apropiado; pero ante un sismo severo se van a producir daños en la estructura tales como; el agrietamiento, el aplastamiento del nucleó y la formación de rotulas plásticas y en este caso lo correcto es efectuar el análisis sísmico considerando la inercia agrietada.

En el ámbito mundial et al Rivera Vargas (2014) afirman que:

En el procedimiento de diseño para el estado límite de servicio es necesario disponer de un criterio simplificado para evaluar la rigidez lateral agrietada cuando los elementos resistentes alcanzan la deformación de fluencia por lo que se requieren ecuaciones que permitan calcular la Inercia agrietada. (p. 12)..

Existen numerosos parámetros a tomar en cuenta durante el diseño sismo resistente de los puentes; cuando sucede un evento sísmico, a pesar de lo

Lamentable del hecho, debido a la pérdida de vidas humanas, este escenario de edificios y puentes colapsados se convierte en un inmenso laboratorio, del cual aprendemos y nos ayuda a afinar los códigos en uso.

Como sustento de lo anteriormente expuesto comentamos en el ámbito internacional, el sismo que se produjo en California el 17 de enero de 1994, donde se reportaron puentes dañados; principalmente puentes estatales de los condados de Los Ángeles y Ventura, lugares donde se registró la máxima aceleración del suelo.

Gómez Soberón (2000) concluye categóricamente

A pesar de los relativamente bajos niveles de sacudida sísmica, algunas de las causas por las que estos puentes fallaron fueron: por las grandes torsiones, la irregularidad en rigidez de la subestructura (p.11).

Gómez Soberón (2000) afirma que una de las causas de la falla estructural de esos puentes fue debido a la irregularidad de la rigidez, la cual sabemos es función de la inercia agrietada, nos comenta que a pesar de que los niveles de sacudida sísmica fueron bajos, los pilares de los puentes fallaron ya que se produjeron grandes torsiones como consecuencia que la inercia varío o sea se produjo el descascaramiento de la parte no confinada de los pilares, seguida del aplastamiento del núcleo.

En el contexto latinoamericano tenemos el sismo de Chile del 2010 “El ministerio de obras públicas, constato que 1554 kilómetros de caminos, 211 puentes y 9 aeródromos resultaron con daños” afirma, Fundación Mapfre (2012, p.21).

Las estadísticas son contundentes 211 puentes con daños, como se cita a continuación, uno de los factores de influencia es la rigidez adecuada de los pilares de los puentes.

Aguiar Falconi (2010) sostiene que:

Una buena parte de los puentes que sufrieron daño en Chile (...) fue debido a que no tuvieron vigas transversales, que les permitan soportar (...) la fuerza sísmica transversal al puente y que (...) le permita mantener la geometría del tablero, con una rigidización adecuada. (p.18).

La geometría de los elementos estructurales tiene una incidencia de primer orden en la rigidez, la cual es función de la inercia; en consecuencia las columnas deben tener niveles adecuados de ductilidad. y esto se logra mediante el detallado adecuado del refuerzo transversal; si los pilares del puente tienen la capacidad de alcanzar deformaciones más allá del límite de fluencia, estaremos incrementando la resistencia a la compresión y deformación última.

En el ámbito Nacional la presencia de sismos nos ha afectado de manera significativa, “El puente camiera en Tacna a la altura del km 1213 de la panamericana sur, presenta asentamiento en la plataforma de acceso; hundimiento en el acceso y daños estructurales importantes en sus pilares” sostiene, Calla Pilco (2003, p.30).

1.2 Trabajos Previos

Antecedentes Nacionales

Burgos Namuche (2012, p.5), presentó el artículo científico denominado: “Rigidez efectiva de los elementos de concreto armado” en la escuela de post grado de la universidad de ingeniería; cuyo objetivo fue: “Demostrar la necesidad de considerar la rigidez efectiva de los elementos de concreto armado durante el análisis sísmico”, lo cual no se precisa en nuestra norma; la metodología empleada “se basa en hacer un estudio comparativo usando los factores de reducción propuestos por algunos códigos con el proceso iterativo realizado por Priestley (2003), llegando a las siguientes conclusiones:

Burgos Namuche (2012).

Se ha podido comprobar en los diagramas de curvatura de fluencia es casi independiente de la resistencia de los elementos y que la rigidez efectiva es dependiente de la resistencia. (p.5).

Los factores de reducción propuestos por algunos códigos estiman la inercia agrietada como una proporción de la inercia no agrietada, no toman en cuenta

la influencia de la cuantía de refuerzo de flexión y la carga axial parámetros que en este estudio nos indican que la rigidez es directamente proporcional a la resistencia de fluencia.

Antecedentes Internacionales

Mora Matos (2006), presentó ante la Universidad Autónoma de México la Tesis denominada “Rigidez efectiva de elementos de concreto para el análisis de marcos ante cargas laterales” el mismo que fue presentado para obtener el grado de Maestro en Ingeniería. Tuvo como objetivo “proponer factores de reducción de la rigidez a flexión para elementos de concreto, llámense vigas como columnas”; su metodología de estudio fue “propositiva descriptiva”, llegando a concluir:

Mora Matos (2006)

La carga axial en las columnas es un factor determinante para definir el valor que modifica la inercia bruta de la sección y calcular la rigidez efectiva del elemento; es necesario incluir la cuantía de acero de refuerzo en la determinación de la rigidez efectiva a flexión de las vigas porque su influencia resulta ser considerable. (p.75).

Las columnas de los puentes durante un evento sísmico se comportaran como vigas en voladizo o como marcos ante cargas laterales (esto es dependiendo del espaciamiento que haya entre ellas); pero en ambos casos y según la magnitud sísmica se producirán variaciones en las dimensiones de su sección debido a diversos factores tales como: el agrietamiento e incluso el aplastamiento del núcleo.

1.3 Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Elasticidad en el concreto

El módulo de elasticidad está basado en la pendiente de la curva esfuerzo deformación del concreto; es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente, su valor depende de la calidad de los agregados, el peso volumétrico del concreto y de la velocidad de aplicación de la carga; su estimación esta normalmente basada en el valor de la resistencia a la compresión.

Restrepo, Rodríguez y Torres (2015) plantea la siguiente ecuación (P.43):

$$E_c = 3320 \sqrt{f'_c} + 6990$$

f'_c = Resistencia a la compresión del concreto

E_c = Modulo de elasticidad del concreto

Serrano Guzmán (2014, p.3), dice: “El módulo de elasticidad del concreto ha sido considerado un factor muy importante en el diseño de estructuras de concreto”.

El concreto como bien sabemos es una mezcla compuesta de agregados, agua y cemento; en consecuencia las propiedades físicas y químicas de sus componentes influyen en la determinación del módulo de elasticidad

Chan Yan (2003, p 39), afirma “El esfuerzo que el concreto puede resistir como material compuesto está determinado por las características del mortero de los agregados gruesos y de la interface entre estos dos componentes”

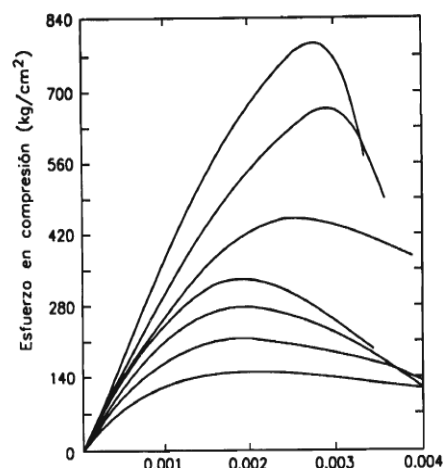
Serrano Guzmán (2014, p19), explica “Un cambio en la calidad de cualquiera de los componentes fundamentales representa un cambio en la respuesta del módulo y en general en el comportamiento del concreto”

Los materiales presentan diversos tipos de comportamiento llámese elástico, plástico o elastoplástico, dependiendo de su respuesta a las condiciones de carga.

Dorian Linero (2012, p 130), afirma “Existen una gran variedad de modelos constitutivos basados en la teoría de la plasticidad que intentan representar el comportamiento mecánico de los materiales y en especial del concreto”.

Mroginski (2006, p 1) dice “Para diferenciar el comportamiento entre dos materiales, uno con características elásticas no lineal y el otro elastoplástico, debe estudiarse el proceso de descarga”. En consecuencia, las curvas que seguirán ambos materiales serán diferentes.. Harsem (2005, p32) sostiene “El concreto presenta un comportamiento elastoplástico en consecuencia los esfuerzos no son directamente proporcionales a las deformaciones”.

FIGURA 1: “Curva esfuerzo deformación del concreto”



FUENTE: “Diseño de estructuras Harsem”

1.3.2 Elasticidad en el acero

Uno de los parámetros fundamentales para el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales, es el modo de elasticidad, también llamado módulo de young, se obtiene de un ensayo denominado ensayo de tracción; el cual nos permite estudiar el comportamiento de un material sometido a esfuerzos de tracción progresivamente crecientes (ejercidos por una maquina) hasta conseguir la rotura.

Los materiales usados en ingeniería básicamente se clasifican como dúctiles o frágiles, un material dúctil es aquel que sufre grandes deformaciones en el rango no lineal hasta llegar a la rotura, mientras que un material frágil tiene una deformación relativamente pequeña hasta llegar a colapsar.

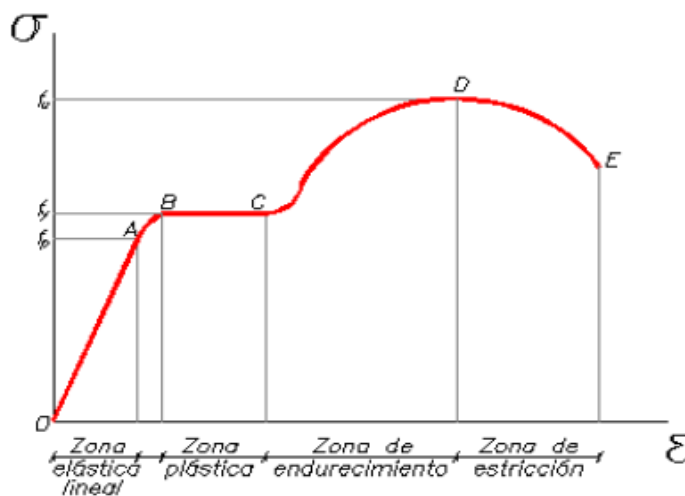
McCormac et al Csernak (2015, cap.18), dice Los componentes del acero son: Hierro (+ 98%) y cantidades pequeñas de también pequeñas cantidades de carbono, silicio, manganesio, azufre, fosforo y otros).Las características de ductilidad son debido al contenido de carbono. El contenido del carbono en el acero determina sus propiedades así tenemos que el “acero es más frágil” cuando tiene una mayor cantidad de carbono; al disminuir la mayor cantidad de carbono se hará más suave y más dúctil, pero también más débil.

Los modelos para describir el comportamiento del acero son el elastoplástico, el de la curva completa y el modelo trilateral de estos tres nos referiremos al modelo de la curva completa que es el de uso común.

Dias et all Santos (2013, p.10), refiriéndose al método de la curva completa dice:

“Es el modelo más práctico (...) pues, se representa con dos líneas rectas, el primer tramo indica el comportamiento elástico del material, (...) el segundo tramo horizontal muestra el comportamiento plástico, en el punto B se inicia el rango inelástico”

FIGURA 2: “Diagrama esfuerzo deformación del acero”



FUENTE: “Tesis Desempeño sísmico de un edificio a porticado...”

En el presente estudio sobre el módulo de elasticidad nos centraremos en la zona elástica en esta zona si se retirase la carga el material volvería a su longitud inicial; además las tensiones son proporcionales a los alargamientos unitarios y esta relación se expresa con una ecuación que constituye la ley de Hooke

1.3.3 Relación esfuerzo deformación

Los elementos estructurales de concreto armado llámense columnas, vigas presentan una sección confinada por los estribos y otra que no presenta confinamiento lateral alguno.

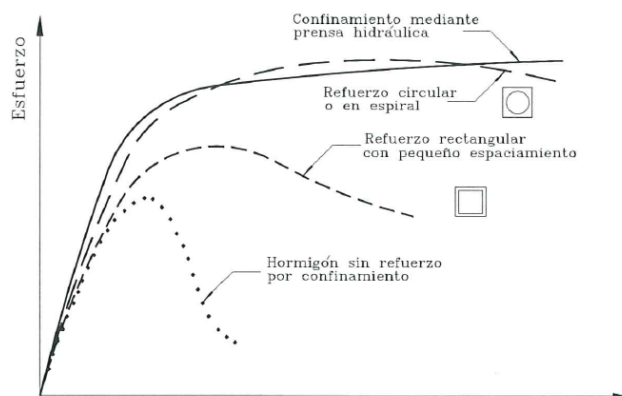
Además el concreto armado (hormigón) es un material homogéneo de comportamiento complejo; se han realizado numerosos ensayos y se ha

podido establecer algunos parámetros que influyen en su comportamiento, dichos parámetros son:

1.3.4 Resistencia del concreto confinado

Yepes Moya (1996, p.7), afirma: “Cuando el hormigón se confina mediante refuerzo transversal, (...) se vuelve un material dúctil y, cuando está sometido a grandes deformaciones, se apoya en el acero de refuerzo, el cual confina el concreto armado mejorando su comportamiento”

FIGURA 3: “Relación esfuerzo deformación del concreto y tipos de confinamiento”



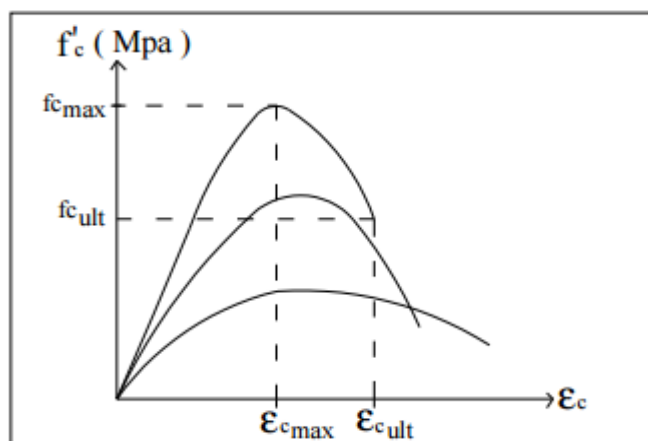
FUENTE: “Modelos de evaluación del comportamiento sísmico no lineal”

1.3.5 Resistencia del concreto no confinado

El concreto no confinado, se comporta en forma adecuada a la compresión, pero es débil en tracción, lo que limita su aplicabilidad como material estructural.

Yepes Moya(1996,p.7), refiriéndose al concreto no confinado afirma: “La curva esfuerzo deformación (...) en su rama inicial es lineal hasta la mitad de la resistencia máxima a compresión después de que se supera esta primera rama la curva tiende a hacerse horizontal hasta alcanzar su máxima resistencia”

FIGURA 4: “Relación esfuerzo deformación concreto no confinado”



FUENTE: “Modelo de evaluación del comportamiento sísmico”

1.3.6 Rotulas Plásticas

Los materiales con los que trabajamos en ingeniería no cumplen estrictamente con las hipótesis de la teoría de la elasticidad, la cual su rango de acción es la zona elástica, también hemos aprendido a través de la experiencia y ensayos que podemos usar esta teoría dentro de cierto rango de cargas y nos dará resultados aproximados.

Fuera de dichos límites los elementos estructurales responden a leyes diferentes que se dan dentro del campo inelástico y que a su vez son estudiados por diferentes modelos inelásticos; en nuestro estudio nos referiremos solo al modelo inelástico de rotula plástica.

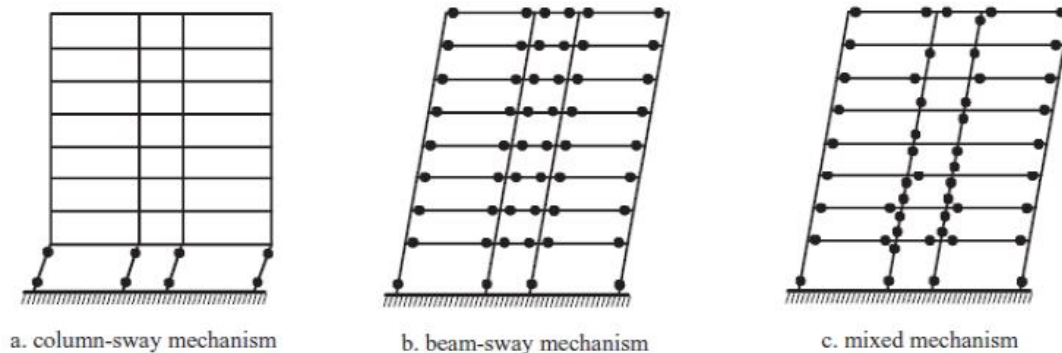
Pareja Sulla (2012), dice:

Los modelos inelásticos se diferencian por la manera en que su plasticidad es distribuida, a través de su sección transversal y a lo largo de la longitud del elemento ;el modelo más simple de deformación inelástica es el modelo de rotula plástica, Cuando la capacidad plástica del elemento es alcanzada una rotula plástica es insertado en el extremo del elemento para representar el comportamiento inelástico de los miembros de la estructura (...) los esfuerzos en toda la sección transversal alcanzan el valor de fluencia (p.34).

Las rotulas plásticas describen el comportamiento no lineal de los elementos de concreto armado y son los puntos donde se concentran las deformaciones plásticas de la estructura para disipar la mayor cantidad de energía posible; el momento flector necesario para que se forme una rotula plástica es el denominado momento plástico.

Cuando se diseña una estructura por sismo llámese puente; se estructura de tal manera que los momentos nominales en las columnas en un nudo deben ser mayores que 1.2 veces la suma de los momentos nominales de las vigas con el propósito de buscar que las rotulas plásticas se formen en las vigas antes que en las columnas.

FIGURA 5: "Mecanismos de falla"



FUENTE: "Marte Jiménez (2014,p.21)"

1.3.7 Aplastamiento del núcleo

Seminario Manrique (2004, p.99), afirma, con relación al comportamiento estructural de los pilares de los puentes, lo siguiente: "Los pilares se comportan como columnas sujetas a cargas axiales y a momentos en dos direcciones, sin embargo estas condiciones pueden variar dependiendo de las características particulares de cada proyecto".

Las columnas son elementos que soportan cargas axiales y de compresión; las cuales están sujetas a fallas por aplastamiento cuando el esfuerzo directo proveniente de una carga axial sobrepasa la resistencia a la compresión del material disponible en la sección transversal.

Vargas Rivera (2005) afirma:

En la filosofía del diseño sísmico de puentes se busca que la subestructura incurra en deformaciones inelásticas y que la súper estructura se comporte elásticamente por lo que (...).las columnas son capaces de disipar demandas importantes de comportamiento plástico" concluye : Rivera Vargas.(p.4).

Blanco (2012, p.2), dice: “Algunos de los daños encontrados en columnas de estructuras castigadas por los movimientos sísmicos suelen ser grietas diagonales causadas por cortante (...) y aplastamiento del concreto causado por compresión”.

Los sismos generan desplazamientos cíclicos en los pilares de los puentes, esto provoca que el núcleo que está confinado por los estribos, sufra aplastamiento y finalmente la rotura.

“En...los puentes...la subestructura conformada por elementos de concreto que, además de soportar las cargas verticales, deben resistir las cargas sísmicas que generan fuerzas horizontales en la parte superior, provocando esfuerzos de flexión.... en la parte inferior” afirma :” concluye Ospina trujillo (2012,p.31)

1.3.8 Agrietamiento

Cuando una columna es sometida a esfuerzos cíclicos y periódicos, lo primero que sucede es el agrietamiento de la sección que no está confinada por los estribos, posteriormente se produce el aplastamiento del núcleo y finalmente se forman las rótulas plásticas.

El concreto no confinado no trabaja muy bien a tracción por lo que las fisuras progresan rápidamente, ante las sollicitaciones sísmicas produciéndose una disminución de la rigidez por agrietamiento de la sección, al respecto comenta Ospina Trujillo (2012, p.13) “Al reducirse la rigidez del sistema por el agrietamiento, se aumenta la flexibilidad de la estructura y por tanto su periodo se incrementa” este es uno de los efectos inmediatos que se producen por la disminución de la sección, ya que el concreto fisurado no trabaja .

“El instante en que... la fibra extrema a compresión sufre un aplastamiento en el concreto no confinado... alcanzando la máxima deformación unitaria” según Ospina Trujillo (2012, p.29) es conocido internacionalmente como, spalling limit state.

Es en ese instante que la capacidad resistente disminuye, pues la inercia ha variado, como consecuencia de la variación de las dimensiones efectivas de la sección.

“Si una sección... que esta, correcta y detalladamente confinada, pierde su recubrimiento por aplastamiento, no se presentara pandeo del refuerzo longitudinal ni transversal y es de esperarse que este elemento continúe soportando más deformación al interior de la zona confinada” concluye Ospina Trujillo (2012, p.29).

“El agrietamiento del concreto da lugar a la amplificación de la deflexión lateral..., que al ser excesiva puede propinar efectos de segundo orden y en consecuencia afectar elementos no estructurales” afirma: Rivera Vargas (2014, p 1).

1.3.9 Geometría y eje neutro

Cuando el recubrimiento de la columna; o sea le concreto no confinado ha sido aplastado como producto de las sollicitaciones sísmicas; la inercia varia y en consecuencia la rigidez del elemento estructural.

La inercia de la sección es función de la geometría de la misma, al producirse fisuras, no solo varía la inercia bruta si no también la ubicación del eje neutro.

El eje neutro es el lugar donde las deformaciones unitarias del acero y del concreto son iguales a cero, se halla calculando el momento estático de primer orden y su ubicación depende de las dimensiones de la sección.

Park et al Paulay (1988, p.443), afirma “Cuando el esfuerzo en la fibra a tensión excede el módulo de rotura del concreto, este se agrieta hasta el eje neutro..... una vez que comienza el agrietamiento, los esfuerzos en el acero..... y el concreto comprimido aumentan mucho debido a la redistribución de los esfuerzos”.

Conforme las grietas van creciendo el eje neutro va variando, por ende varia la inercia bruta, lo que trae como consecuencia que los esfuerzos calculados inicialmente sean diferentes.

“El flujo plástico del concreto bajo momento flexionante constante produce un aumento en la profundidad del eje neutro, lo que conduce a una disminución en el esfuerzo de compresión máximo del concreto, y a un aumento en el esfuerzo de compresión del acero....parte de la fuerza interna de compresión se transfiere del concreto al acero” concluye Park et al Paulay (1988, p.447).

1.3.10 Marco conceptual

Rotulas Plásticas

Vinueza Moreno (2015, p.8), “Se denomina así a la formación de un dispositivo en una sección del elemento estructural, en el cual alcanzado un cierto valor de esfuerzos en todas las fibras de la sección, permite la rotación del miembro, formándose así un dispositivo de amortiguación de energía”

Respuesta Estructural

Cassano (2009, p.22), “Cualquier magnitud que pueda caracterizar el efecto de una carga dinámica sobre la estructura”

Diagrama Momento Curvatura

Medina Robalino (2012, p.24), “Es la relación momento curvatura de las secciones de los elementos estructurales, con la finalidad de conocer cuál es la capacidad de ductilidad de curvatura y la máxima capacidad a flexión del elemento”. Estos valores son comparados con las demandas obtenidas en el diseño sismo-resistente de una estructura.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo Varía la Respuesta estructural a partir de la inercia Agrietada en columnas circulares de puentes?

1.5 Justificación del estudio

a) Técnica

La determinación del valor de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes; permitirá afinar el cálculo de diseño; prediciendo de manera asertiva la variación de la respuesta estructural; y obteniendo factores de reducción del momento de inercia los cuales se pueden incorporar a la norma de diseño.

b) Científica

El aporte al conocimiento científico se da desde la perspectiva estructural; ya que los resultados de esta investigación nos permitirán inferir; como varía la inercia y la incidencia de los diversos parámetros que modifican su comportamiento e influyen en la variación de la respuesta estructural de las columnas circulares de puentes.

c) Social

Los puentes influyen en la calidad de vida de las personas ya que son estructuras esenciales que promueven el desarrollo social y económico de un país; en consecuencia su función no debe interrumpirse inmediatamente después que ocurre un sismo; el determinar cómo varía la respuesta estructural a partir de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes nos permitirá afinar el diseño de tal manera que la estructura continúe operativa permitiendo que las poblaciones sigan comunicadas después de un evento sísmico.

1.6 Hipótesis.

La variación de la respuesta estructural a partir de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes, dependiendo de la intensidad sísmica, produce descascaramiento, aplastamiento del núcleo y formación de rotulas plásticas

1.7 Objetivos

Objetivo General

Evaluar la Respuesta estructural a partir de la inercia Agrietada en columnas circulares de Puentes.

Objetivos Específicos

- a) Explicar el comportamiento estructural en el rango lineal asociado con los esfuerzos y las deformaciones.
- b) Explicar el comportamiento estructural en el rango no lineal asociado al agrietamiento, aplastamiento del núcleo, y a la formación de las rotulas plásticas.
- c) Cuantificar la variación de la respuesta estructural de la inercia agrietada asociada con la geometría de la sección

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

Diseño causal simple con propuesta Hashimoto Moncayo et al Campos Ugaz (2000, p.25).

M ← O_x.....P

Donde:

M= Muestra de estudio (columnas circulares de base de datos PEER)

O_x= información sobre variación de la respuesta Estructural

P= Propuesta

2.2 Variables y Operacionalización

2.2.1 Variable

Variación de la respuesta Estructural

2.2.2 Definición conceptual

Cassano M (2009, p.22), dice: "Cualquier magnitud que pueda caracterizar el efecto de una carga dinámica sobre la estructura"

2.2.3 Definición operacional

Caracterizar de la manera más adecuada el nivel de daño que pueda presentar una estructura producto de un evento sísmico

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL	Cassano(2009,p.22) , dice: "Cualquier magnitud que pueda caracterizar el efecto de una carga dinámica sobre la estructura"	Caracterizar de la manera más adecuada el nivel de daño que pueda presentar una estructura producto de un evento	Rango lineal	-Elasticidad -Esfuerzo -Deformación unitaria	Nominal
			Rango no lineal	-Agrietamiento -Aplastamiento del Núcleo -Formación de rotulas plásticas	

		sísmico	Inercia agrietada	-Geometría de la sección.	
--	--	---------	----------------------	------------------------------	--

2.3 Población y muestra.

2.3.1 Población

La población estuvo conformada por 97 columnas circulares que pertenecen a la base de datos PEER que es una base de utilización libre.

2.3.2 Muestra

La conforman en su totalidad 33 columnas circulares presentes en su base de datos y que presentan las siguientes características; su configuración es cantiléver y trabajan a flexión.

Este método permitió a partir de los resultados obtenidos hacer generalizaciones que fueron expresadas a través de las conclusiones

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En el presente estudio se aplicaron las siguientes técnicas e instrumentos

2.4.1 Técnicas de gabinete.

Se empleó el sistema de fichaje que sirvió para sistematizar el marco teórico de la investigación.

2.4.2 Técnicas de campo

Se aplicó la técnica de encuesta a expertos en el tema, por medio del instrumento cuestionario; con el propósito de recoger información que nos sirva para lograr los objetivos de nuestra investigación (Ver Anexo 1).

2.5 Métodos de análisis de los datos.

Se efectuó un análisis cuantitativo, utilizando para el procesamiento de datos el programa Excel versión 2013 y para el análisis estadístico el programa SPSS versión 22, considerando el 95% de confiabilidad.

2.6 Aspectos éticos

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicaron principios éticos para la recolección de los datos de experiencias con columnas realizadas por investigadores diversos, respetando su autoría y manteniendo la originalidad de los datos sin alteración alguna.

Asimismo, durante la aplicación del instrumento a los ingenieros especialistas en estructuras se tuvo en cuenta los principios éticos de anonimato y la información recopilada solo se utilizó para fines de la presente investigación. Asimismo, se aplicó el principio ético de privacidad no exponiendo la información, utilizándola solo para fines de la investigación. El principio ético de honestidad también fue utilizado, informado a los ingenieros especialistas en estructuras los fines de la investigación y se trabajó con los profesionales que aceptaron voluntariamente participar en el estudio.

III. RESULTADOS

Objetivo N° 01: Explicar el comportamiento estructural en el rango lineal asociado con los esfuerzos y las deformaciones.

Tabla 01. Cálculo de esfuerzos y deformaciones de los ensayos de columnas circulares de puentes según autores

N° COLUMNA	AUTOR	CÓDIGO	MODULO DE ELASTICIDAD (MPa)	ESFUERZO DEL CONCRETO NO CONFINADO (MPa)	RESISTENCIA A LA COMPRESION f'_c
1	KOWALSKY, Mervyn (2016)	FL1	26985.31404	80.95594211	36.6
2		FL2	27897.52366	83.69257099	40
3		FL3	27526.79422	82.58038267	38.6
4	SRITHARA M, Sri; PRIESTLEY, Nigel y SEIBLÉ,	IC1	25503.85336	76.51156009	31.4
5		IC2	26428.82587	79.28647762	34.6
6		IC3	25971.94799	77.91584396	33
7	CALDERON E, Anthony; LEHMAN, Dawn (2001)	328	26400.58461	79.20175382	34.5
8		828	26400.58461	79.20175382	34.5
9		1028	26400.58461	79.20175382	34.5
10	LEHMAN, Dawn; MOEHLE, Jack (2000)	407	25384.97768	76.15493305	31
11		415	25384.97768	76.15493305	31
12		430	25384.97768	76.15493305	31
13		815	25384.97768	76.15493305	31
14		1015	25384.97768	76.15493305	31
15	KUNNATH, Sashi ; TAYLOR, Andrew y STONE, William (1997)	A2	24778.74716	74.33624148	29
16		A3	24778.74716	74.33624148	29
17		A4	26681.18298	80.04354893	35.5
18		A5	26681.18298	80.04354893	35.5
19		A6	26681.18298	80.04354893	35.5

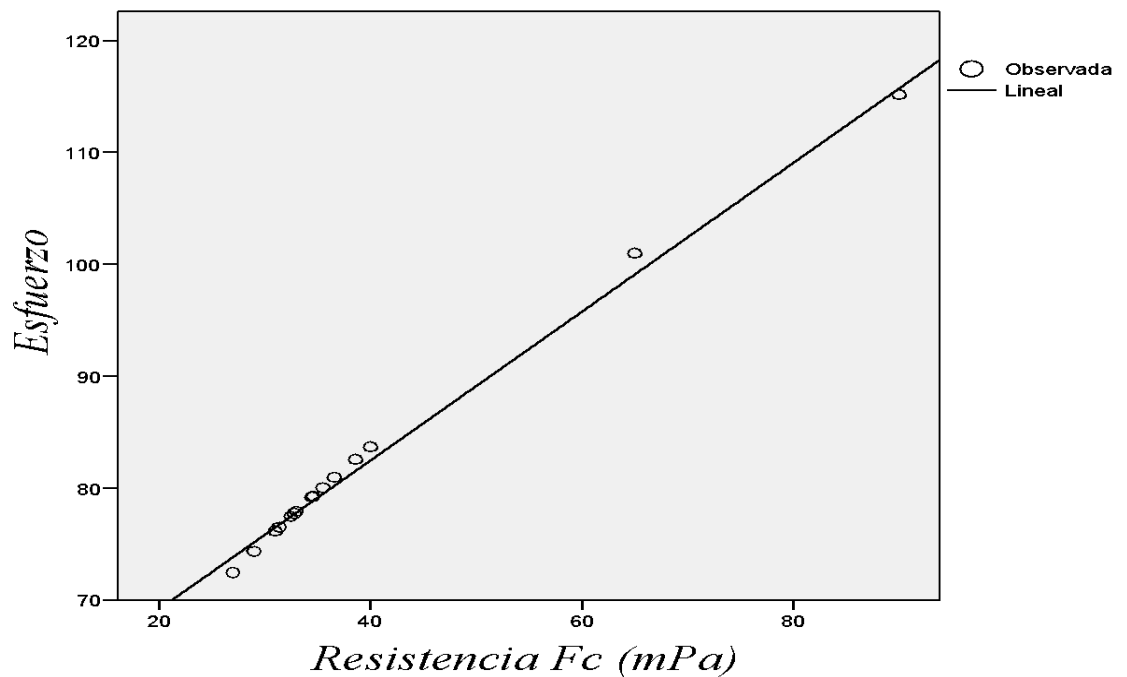
20	A7	25914.06637	77.74219912	32.8
21	A8	25914.06637	77.74219912	32.8
22	A9	25826.91206	77.48073617	32.8
23	A10	25826.91206	77.48073617	27
24	A11	24151.22604	72.45367813	27
25	A12	24151.22604	72.45367813	27
26	RC1	33666.69572	101.0000872	65
27	RC2	33666.69572	101.0000872	65
28	RC3	38396.2855	115.1888565	90
29	RC4	38396.2855	115.1888565	90
30	RC6	38396.2855	115.1888565	90
31	RC7	38396.2855	115.1888565	90
32	RC8	38396.2855	115.1888565	90
33	RC9	38396.2855	115.1888565	90

SAATCIOGLU, Murat y BAINGO, Darek (1999)

Fuente: Elaboración Propia

a) Relación en función al Esfuerzo del concreto no confinado y su resistencia a la compresión (F'_c) (MPa).

Gráfico N° 01



En el Grafico N°01, se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: Esfuerzo del concreto no confinado y su resistencia a la compresión F'_c (Mpa). En dicho diagrama se percibe que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, podemos afirmar que existe relación lineal positiva entre las variables: antes mencionadas.

Tabla N° 03

Correlaciones

		Fc	Esfuerzo
Fc	Correlación de Pearson	1	.999(**)
	Sig. (bilateral)		.000
	N	33	33
Esfuerzo	Correlación de Pearson	.999(**)	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	33	33

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla N°03 se muestra la relación entre el Esfuerzo a la compresión del concreto no confinado y su Resistencia (MPa), a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.000, menor a 0.05, entonces podemos concluir que existe relación entre ambas variables y según el coeficiente de Pearson la relación es Alta (<0,610) y directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Tabla N° 04

Resumen del modelo de Regresión y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Esfuerzo

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	.997	10998.311	1	31	.000	55.841	.665

La variable independiente es Fc.

En la Tabla N°04 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Esfuerzo a la compresión del concreto no confinado y su Resistencia En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.997. Es decir, según los resultados, el 99.7% el Esfuerzo a la compresión del concreto no confinado puede ser explicada por la Resistencia Fc (Mpa)

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

σ = Esfuerzo a la compresión del concreto no confinado

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto

$$\sigma = 55.841 + 0.665(f'c)$$

Es decir como se observa, es posible expresar las variables como una relación lineal.

Tabla N° 05

ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7543.616	1	7543.616	10998.311	.000(a)
	Residual	21.263	31	.686		
	Total	7564.879	32			

a Variables predictoras: (Constante), Fc

b Variable dependiente: Esfuerzo

En la Tabla N° 05 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Esfuerzo del concreto no confinado y su Resistencia

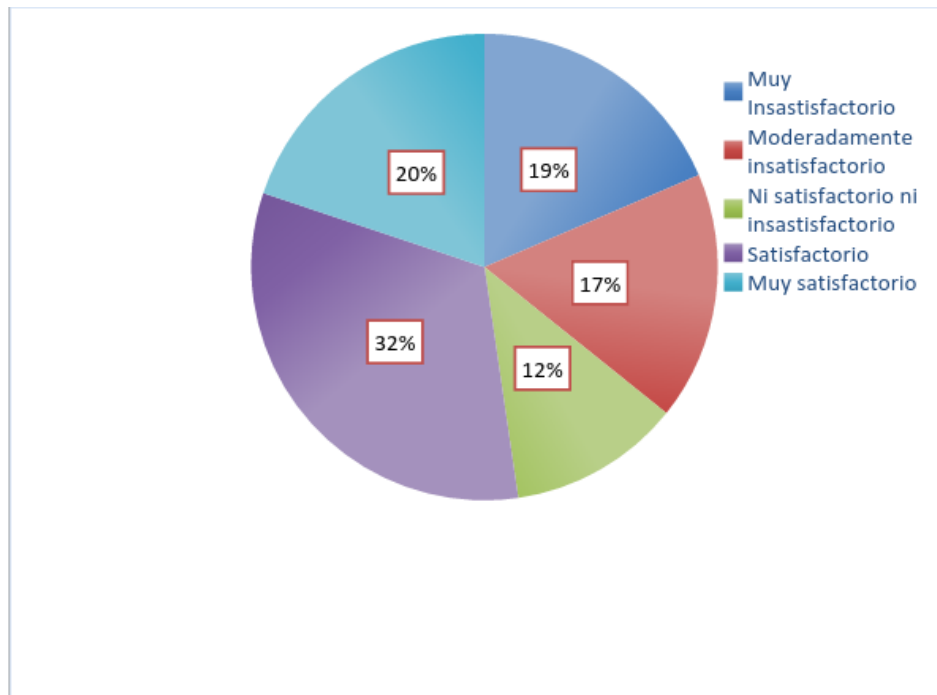
En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

Tabla 06. Comportamiento estructural de columnas según opinión de ingenieros Especialistas en estructuras

Nº	Items	MI=Muy Insatisfactorio		MD=Moderamente satisfactorio		NI=Ni satisfactorio ni Insatisfactorio		S=Satisfactorio		MS=Muy satisfactorio	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando las cargas verticales transmitidas por las vigas son altas?	1	6.67	2	13.33	2	13.33	7	46.67	3	20.00
2	¿Cómo califica según su experiencia, la relación de predicción del comportamiento estructural de las columnas a partir de la relación de carga axial?	1	6.67	2	13.33	2	13.33	6	40.00	4	26.67
3	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la variación de la inercia?	6	40.00	4	26.67	3	20.00	2	13.33	1	6.67
4	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de las propiedades físicas del concreto no confinado?	7	46.67	4	26.67	1	6.67	2	13.33	1	6.67
5	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función del detallado del estribo?	1	6.67	3	20.00	1	6.67	6	40.00	4	26.67
6	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se aumentan de los esfuerzos en el acero y el concreto?	2	13.33	2	13.33	2	13.33	6	40.00	3	20.00
7	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de la rigidez del sistema?	1	6.67	2	13.33	2	13.33	6	40.00	4	26.67
8	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se forman rotulas plastias?	7	46.67	4	26.67	2	13.33	1	6.67	1	6.67
9	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la geometría de la columna?	1	6.67	2	13.33	2	13.33	6	40.00	4	26.67
10	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se agregan cargas a la estructura que soportan las columnas?	1	6.67	1	6.67	1	6.67	7	46.67	5	33.33
Promedio		2.8	18.67	2.6	17.33	1.8	12.00	4.9	32.67	3	20.00

Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 02: Promedio del comportamiento estructural de columnas según opinión de ingenieros especialistas en estructuras.
(Distribución Porcentual)



Fuente: Tabla N°06

En el Grafico N° 02 se muestra el comportamiento estructural de columnas circulares de puentes según opinión de ingenieros especialistas en estructuras, los resultados en promedio indican que el 32% de los encuestados manifiesta que el comportamiento estructural de las columnas es satisfactorio, el 20% opina que es muy satisfactorio, el 19% manifiesta que es muy insatisfactorio, el 17% opina que es modernamente insatisfactorio y el 12% manifiesta ni satisfactorio ni insatisfactorio. En síntesis, dependiendo de los parámetros estructurales, en promedio el 52% de los ingenieros especialistas en estructuras opina que el comportamiento estructural de columnas se encuentra en el rango satisfactorio y muy satisfactorio; al resto, el 48% no le satisface el comportamiento estructural de las columnas.

Objetivo N° 02; Explicar el comportamiento estructural en el rango no lineal asociado al agrietamiento, aplastamiento del núcleo, y formación de las rotulas plásticas.

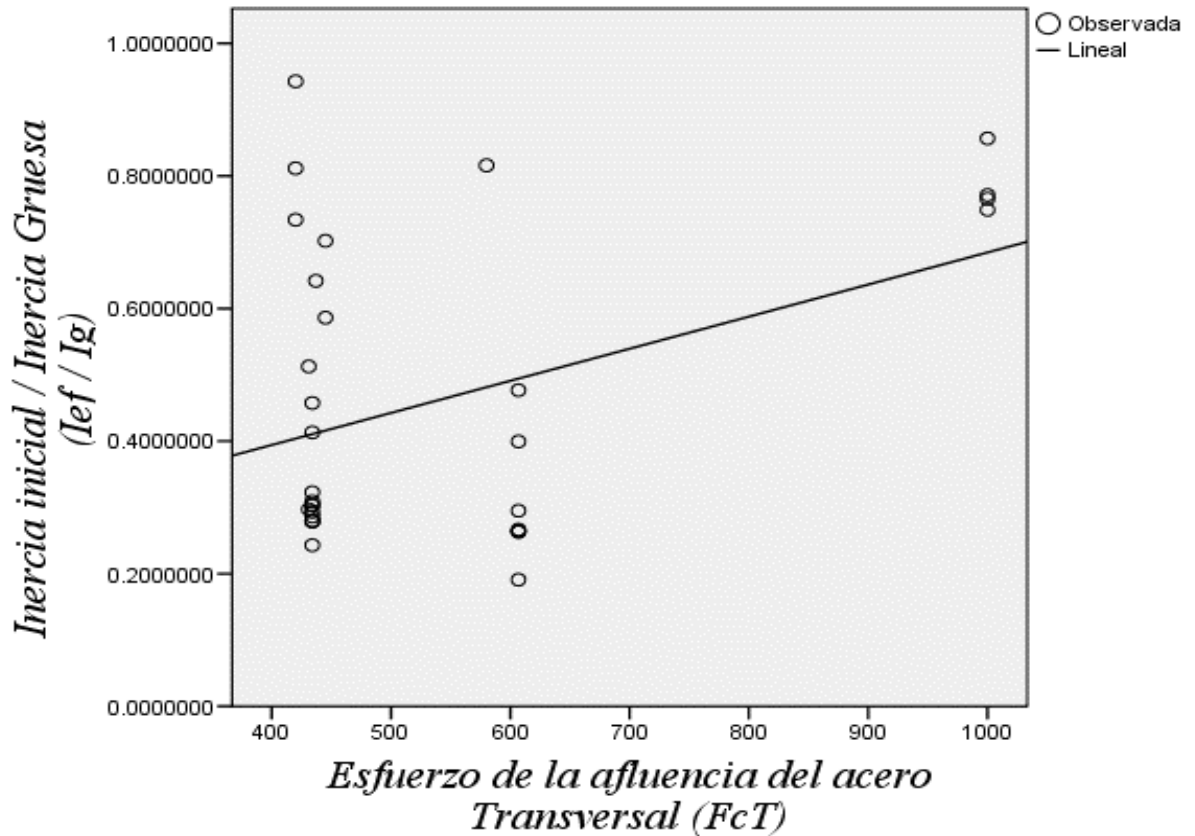
Tabla 07 Consolidado de datos calculados para determinar la variación de la inercia en función de parámetros estructurales de columnas circulares

#COLUMNAS	AUTOR	CODIGO	Inercia efectiva $I_{ef}(mm^2)$	Inercia bruta $I_g (mm^2)$	% Variacion de la Inercia	Relacion de Carga Axial (P/Ag f'c)	Altura de la Columna (m)	Cuantia longitudinal(ρ_l)	Resistencia a la Compresion del concreto f'c	Esfuerzo de Fluencia longitudinal (MPa)	Esfuerzo de Fluencia Transversal (Mpa)
1		FL1	1.26E+09	2.14E+09	58.63	0.296	3.66	0.0362	36.6	477	445
2		FL2	1.37E+09	2.14E+09	64.18	0.271	3.66	0.0362	40	477	437
3		FL3	1.50E+09	2.14E+09	70.21	0.281	3.66	0.0362	38.6	477	445
4		IC1	1.89E+09	6.36E+09	29.71	0.045	1.8	0.0192	31.4	448	431
5		IC2	3.26E+09	6.36E+09	51.26	0.041	1.8	0.0192	34.6	448	431
6		IC3	2.91E+09	6.36E+09	45.76	0.043	1.80	0.0192	33.0	461	434
7		328	1.79E+09	6.78E+09	26.44	0.091	1.83	0.0273	34.5	441.3	606.8
8		828	3.23E+09	6.78E+09	47.69	0.091	4.88	0.0273	34.5	441.3	606.8
9		1028	2.00E+09	6.78E+09	29.50	0.091	6.10	0.0273	34.5	441.3	606.8
10		407	1.30E+09	6.78E+09	19.10	0.072	2.44	0.0075	31	462	606.8
11		415	1.81E+09	6.78E+09	26.65	0.072	2.44	0.0149	31	462	606.8
12		430	2.71E+09	6.78E+09	39.95	0.072	2.44	0.0298	31	462	606.8
13		815	1.79E+09	6.78E+09	26.35	0.072	4.88	0.0149	31	462	606.8
14		1015	1.79E+09	6.78E+09	26.35	0.072	6.10	0.0149	31	462	606.8
15		A2	1.19E+08	4.25E+08	27.98	0.094	1.372	0.0204	29	448	434
16		A3	1.19E+08	4.25E+08	27.98	0.094	1.372	0.0204	29	448	434
17		A4	1.29E+08	4.25E+08	30.38	0.086	1.372	0.0204	35.5	448	434
18		A5	1.03E+08	4.25E+08	24.31	0.086	1.372	0.0204	35.5	448	434
19		A6	1.18E+08	4.25E+08	27.85	0.086	1.372	0.0204	35.5	448	434
20		A7	1.25E+08	4.25E+08	29.33	0.093	1.372	0.0204	32.8	448	434
21		A8	1.37E+08	4.25E+08	32.29	0.093	1.372	0.0204	32.8	448	434
22		A9	1.31E+08	4.25E+08	30.91	0.093	1.372	0.0204	32.5	448	434
23		A10	1.22E+08	4.25E+08	28.63	0.101	1.372	0.0204	27	448	434
24		A11	1.29E+08	4.25E+08	30.30	0.101	1.372	0.0204	27	448	434
25		A12	1.75E+08	4.25E+08	41.31	0.101	1.372	0.0204	27	448	434
26		RC1	1.64E+08	1.92E+08	85.67	0.313	1.645	0.0328	65	419	1000
27		RC2	1.56E+08	1.92E+08	81.15	0.313	1.645	0.0328	65	419	420
28		RC3	1.44E+08	1.92E+08	74.89	0.419	1.645	0.0328	90	419	1000
29		RC4	1.56E+08	1.92E+08	81.60	0.419	1.645	0.0328	90	419	580
30		RC6	1.41E+08	1.92E+08	73.40	0.419	1.645	0.0328	90	419	420
31		RC7	1.47E+08	1.92E+08	76.55	0.209	1.645	0.0328	90	419	1000
32		RC8	1.48E+08	1.92E+08	77.12	0.419	1.645	0.0328	90	419	1000
33		RC9	1.81E+08	1.92E+08	94.26	0.419	1.645	0.0328	90	419	420

Fuente: Elaboración Propia

a) Análisis de la variación de la inercia con relación al (F_cT) Esfuerzo de fluencia del acero transversal.

Gráfico N° 02



En el Gráfico N°02, se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de fluencia del acero Transversal (F_cT). En dicho diagrama se aprecia que la nube de puntos no tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una escasa relación lineal positiva entre las variables antes mencionadas.

Tabla N° 08**Correlaciones**

		Fc Transversal	Inercia Final/ Inercia Gruesa
Fc Transversal	Correlación de Pearson	1	.394(*)
	Sig. (bilateral)		.023
	N	33	33
Inercia Final/ Inercia Gruesa	Correlación de Pearson	.394(*)	1
	Sig. (bilateral)	.023	
	N	33	33

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

En la tabla N°08 se muestra la relación del esfuerzo de fluencia del acero transversal (FcT) y la Variación de la Inercia (Ief/ Ig), a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.023, menor a 0.05, entonces existe una relación baja entre ambas variables y según el coeficiente de Pearson esta relación es (<0,410) y directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Tabla N° 09**Resumen del modelo de Regresión lineal y estimaciones de los parámetros**

Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

Resumen del modelo						Estimaciones de los parámetros	
Ecuación Lineal	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
	.155	5.703	1	31	.023	.201	.000

La variable independiente es Fc Transversal.

En la Tabla N°09 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Variación de la inercia (Ief / Ig) y esfuerzo de fluencia del acero transversal (FcT). En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.155. Es decir, según los resultados, el 15.5% de la Variación de la inercia (Ief / Ig) puede ser explicada por el esfuerzo de fluencia del acero transversal (FcT)

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

$(I_{ef} / I_g) = \text{Variación de inercia}$

$(F_c T) = \text{Esfuerzo de fluencia del acero transversal}$

$(I_{ef} / I_g) = 0,201 + 0,000(F_c T)$

Es decir como se observa, no es posible expresar las variables como una relación lineal.

Tabla N° 10

ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	.261	1	.261	5.703	.023(a)
	Residual	1.417	31	.046		
	Tota l	1.677	32			

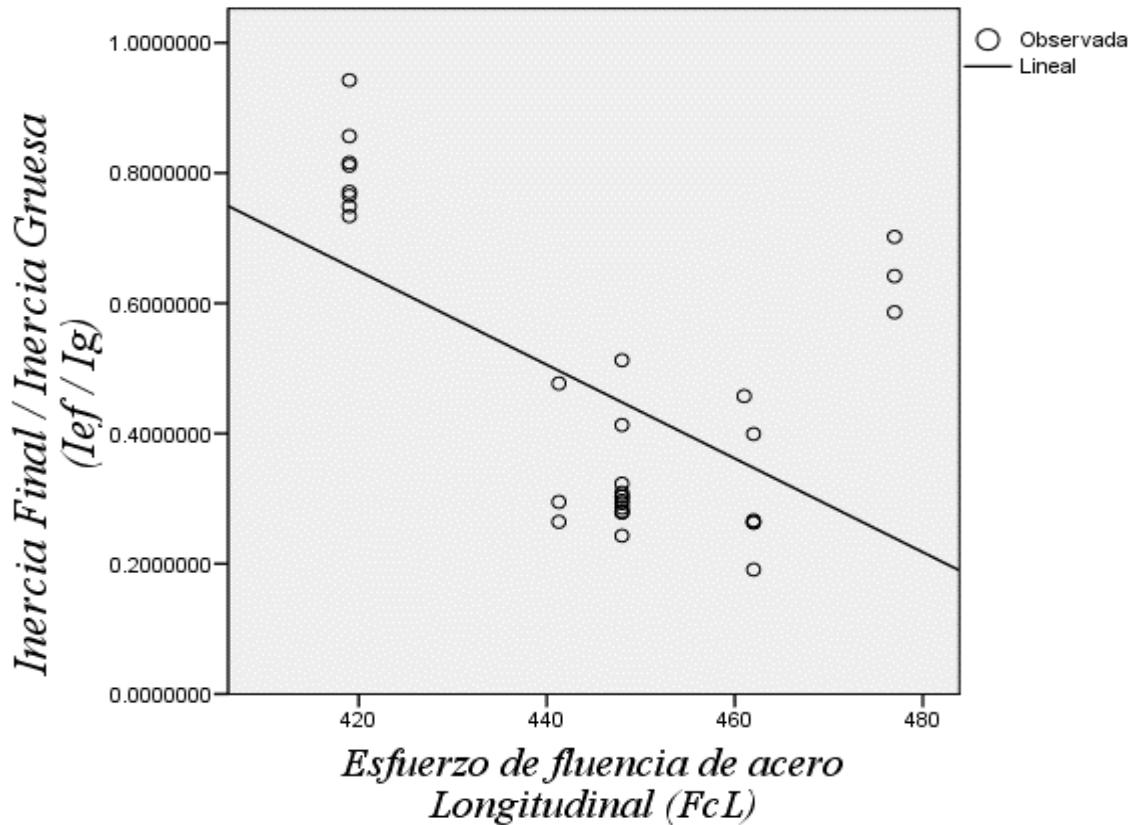
a Variables predictoras: (Constante), Fc Transversal

b Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

En la Tabla N° 10 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Variación de la inercia y la fluencia del acero transversal. En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación entre las variables de estudio aunque con grado Bajo según el coeficiente de Pearson.

b) Variación de la inercia con relación al (F_{cL}) Esfuerzo de fluencia del acero longitudinal.

Gráfico N° 03



En el Gráfico N°03, se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}). En dicho diagrama se aprecia que la nube de puntos no tiende a aproximarse a una línea recta Negativa; por tanto, se asume que existe una relación lineal Negativa entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y esfuerzo de fluencia del acero longitudinal (Mpa)

Tabla N° 11

Correlaciones

		Fc Longitudinal	Inercia Final/ Inercia Gruesa
Fc Longitudinal	Correlación de Pearson	1	-.565(**)
	Sig. (bilateral)		.001
	N	33	33
	Correlación de Pearson	-.565(**)	1
Inercia Final/ Inercia Gruesa	Sig. (bilateral)	.001	
	N	33	33

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla N°11 se muestra la relación del esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (FcL) y la variación de la inercia (Ief/ Ig), a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.001, menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, entonces existe relación entre la fluencia del acero Longitudinal (FcL) y la variación de la inercia (Ief/ Ig). Según el coeficiente de Pearson la relación es Baja (<0,410) e inversamente proporcional porque tiene signo Negativo.

Tabla N° 12

Resumen del modelo de Regresión lineal y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

Ecuación Lineal	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
	.319	14.513	1	31	.001	3.672	-.007

La variable independiente es FcLongitudinal.

En la Tabla N°12 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Variación de la inercia (Ief / Ig) y el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (FcL). En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.319.

Es decir, según los resultados, el 31.9% de la Variación de la inercia (I_{ef} / I_g) puede ser explicada por el esfuerzo de la fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}).

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

(I_{ef} / I_g) =Variación de inercia

(F_{cL}) = El esfuerzo de la fluencia del acero Longitudinal

$$(I_{ef} / I_g) = 3.672 + -0.007(F_{cL})$$

Tabla N° 13

ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	.535	1	.535	14.5	.001
	Residual	1.142	31	.037	13	(a)
	Total	1.677	32			

a Variables predictoras: (Constante), $F_{cLongitudinal}$

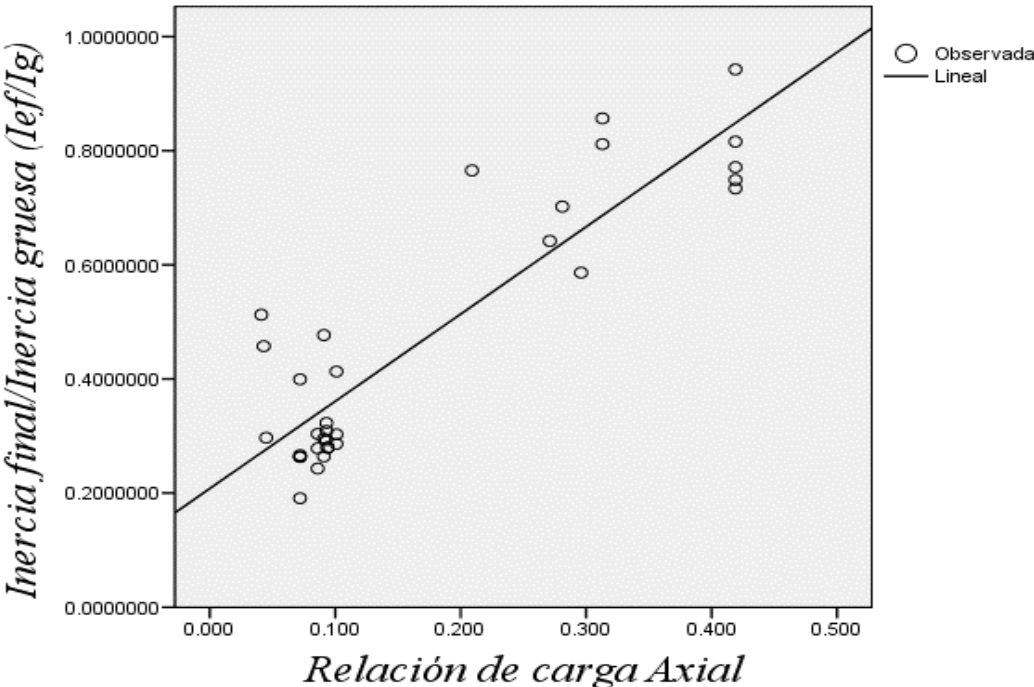
b Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Guesa

En la Tabla N° 13 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Variación de la inercia y el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal. En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Bajo según el coeficiente de Pearson.

Objetivo N° 03: Cuantificar la variación de la respuesta estructural de la inercia agrietada asociada con la geometría de la sección.

a) **Análisis de Variación de la inercia con relación a la Relación de carga axial ($P/Ag f'_c$)**

Gráfico N° 04



En el Grafico N°04 se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: Variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la Relación de carga axial. En dicho diagrama se observa que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables: Variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la Relación de carga axial ($P/Ag f'_c$).

Tabla N° 14

Correlaciones

				Relación de carga Axial	Inercia Final / Inercia Gruesa
Relación de carga Axial	de	Correlación de Pearson	de	1	.892(**)
		Sig. (bilateral)			.000
		N		33	33
Inercia Final/ Inercia Gruesa	de	Correlación de Pearson	de	.892(**)	1
		Sig. (bilateral)			.000
		N		33	33

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En la Tabla N°14 se muestra la relación entre la Variación de la inercia (Ief / Ig) y la Relación de carga axial, a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.000, menor a 0.05, entonces existe relación significativa entre la Variación de la inercia (Ief / Ig) y la Relación de carga axial. Según el coeficiente de Pearson y la relación es Alta (>0,610) y directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Tabla N° 15

Resumen del modelo de Regresión lineal y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	.796	120.633	1	31	.000	.208	1.529

La variable independiente es Relación de carga Axial.

En la Tabla N°15 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Variación de la inercia (Ief / Ig) y la Relación de carga axial. En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.796. Es decir, según los resultados, el 79,6% de la Variación de la inercia (Ief / Ig) puede ser explicada por la Relación de carga axial.

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

$(I_{ef} / I_g) = \text{Variación de inercia}$

$(P/Ag f'_c) = \text{Relación de la carga axial}$

$(I_{ef} / I_g) = 0,208 + 1.529(P/Ag f'_c)$

Tabla N° 16

Análisis de la varianza ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1.334	1	1.334	120.633	.000(a)
	Residual	.343	31	.011		
	Total	1.677	32			

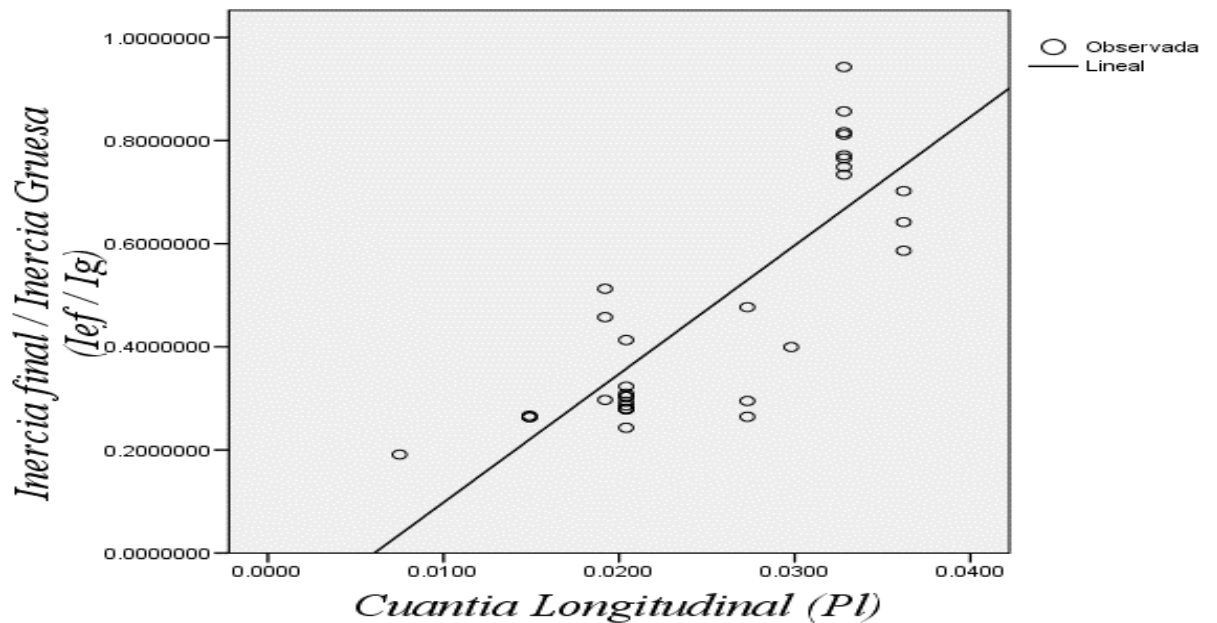
a Variables predictoras: (Constante), Relación de carga Axial

b Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

En la Tabla N° 16 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Variación de la inercia y la Relación de carga axial. En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

b) Análisis de la variación de la inercia con relación a la Cuantía longitudinal

Gráfico N° 05



En el Grafico N°05, se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: variación de la inercia y la Cuantía longitudinal. En dicho diagrama se observa que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la Cuantía longitudinal (ρ_l).

Tabla N° 17

Correlaciones

			Cuantía Longitudinal	Inercia Final/ Inercia Gruesa
Cuantía Longitudinal	Correlación de Pearson	de	1	.827(**)
	Sig. (bilateral)			.000
	N		33	33
Inercia Final/ Inercia Gruesa	Correlación de Pearson	de	.827(**)	1
	Sig. (bilateral)		.000	
	N		33	33

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla N°17 se muestra la relación de la Cuantía longitudinal y la Inercia final / Inercia gruesa (Ief/ Ig), a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.000, menor a 0.05, entonces existe relación significativa entre la Cuantía longitudinal (ρ_l) y la Inercia final / Inercia gruesa (Ief/ Ig). Según el coeficiente de Pearson la relación es Alta ($>0,610$) y directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Tabla N° 18

Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

Resumen del modelo						Estimaciones de los parámetros	
Ecuación Lineal	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
	.684	67.213	1	31	.000	-	24.936

La variable independiente es Cuantía Longitudinal.

En la Tabla N°18 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Variación de la inercia (Ief / Ig) y la Cuantía Longitudinal (ρ_l). En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.684. Es decir, según los resultados, el 68.4% de la Variación de la inercia (Ief / Ig) puede ser explicada por la Cuantía Longitudinal (ρ_l).

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

(Ief / Ig) =Variación de inercia

(ρl)= Cuantía Longitudinal

(Ief / Ig) = -0.151 +24.936(ρl)

Tabla N° 19

ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1.148	1	1.148	67.213	.000(a)
	Residual	.529	31	.017		
	Total	1.677	32			

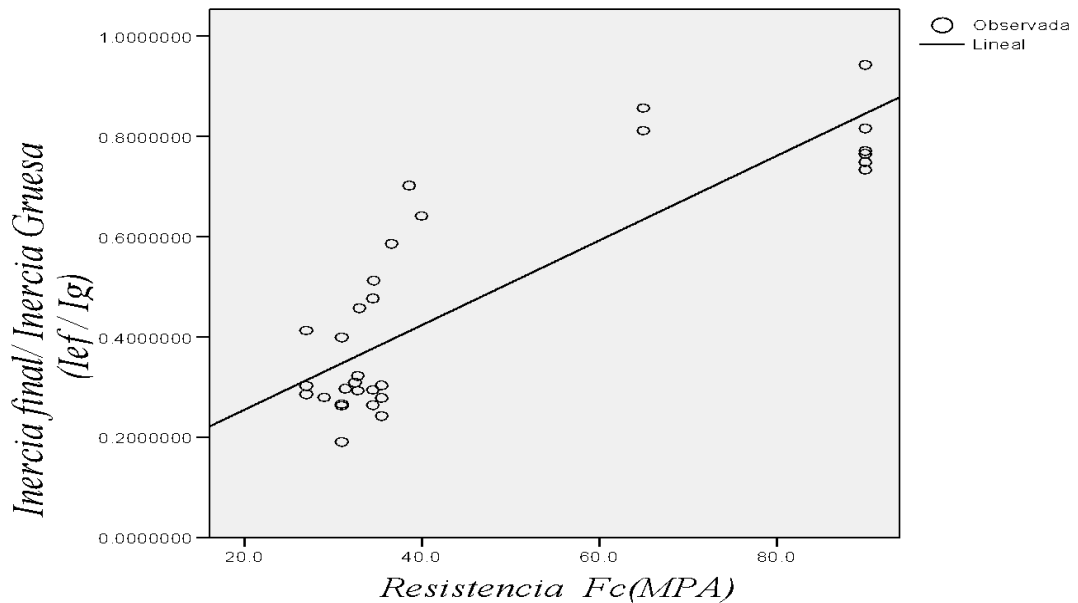
a Variables predictoras: (Constante), Cuantía Longitudinal

b Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

En la Tabla N° 19 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Variación de la inercia (Ief / Ig) y la Cuantía Longitudinal (ρl) . En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

c) Análisis variación de la inercia con relación al F'_c (Resistencia a la compresión del concreto)

Gráfico N° 06



En el Grafico N°06, se muestra el diagrama de dispersión para observar la relación lineal entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y Resistencia a la compresión F'_c del concreto (Mpa). En dicho diagrama se observa que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y Resistencia a la compresión F'_c del concreto (Mpa).

Tabla N° 20

Correlaciones

			Fc(MPA)	Inercia Final/ Inercia Gruesa
Fc(MPA)	Correlación de Pearson	de	1	.851(**)
	Sig. (bilateral)			.000
	N		33	33
Inercia Final/ Inercia Gruesa	Correlación de Pearson	de	.851(**)	1
	Sig. (bilateral)		.000	
	N		33	33

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla N°20 se muestra la relación de la Variación de la inercia (Ief / Ig) y Resistencia a la compresión F'c del concreto (Mpa), a través del coeficiente de Pearson y la significatividad bilateral; observándose que se tiene una significancia de 0.000, menor a 0.05, entonces existe relación significativa entre la Variación de la inercia (Ief / Ig) y Resistencia Fc (Mpa). Según el coeficiente de Pearson la relación es Alta (>0,610) y es directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Tabla N° 21

Resumen del modelo de Regresión lineal y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

Ecuación Lineal	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
	.724	81.121	1	31	.000	.086	.008

La variable independiente es Fc (MPA).

En la Tabla N°21 se muestra el resumen del modelo de programación lineal al relacionar las variables: Variación de la inercia (Ief / Ig) y Resistencia a la compresión F'c del concreto (Mpa). En dicha Tabla; se observa que el coeficiente de determinación (R cuadrado) tiene un valor de 0.724. Es decir, según los resultados, el 72.4% de la Variación de la inercia (Ief / Ig) puede ser explicada por la Resistencia a la compresión F'c del concreto (Mpa)

Asimismo, con los parámetros estimados en el modelo de regresión lineal se ajusta la relación a la siguiente ecuación:

$(I_{ef} / I_g) = \text{Variación de inercia}$

$(F'c) = \text{Resistencia a la compresión del concreto}$

$$(I_{ef} / I_g) = 0,086 + 0,008(F'c)$$

Tabla N° 22

ANOVA (b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1.213	1	1.213	81.121	.000(a)
	Residual	.464	31	.015		
	Total	1.677	32			

a Variables predictoras: (Constante), $F_c(\text{MPA})$

b Variable dependiente: Inercia Final/ Inercia Gruesa

En la Tabla N° 22 se muestra el análisis de la varianza al relacionar la variable: Variación de la inercia y la resistencia a la compresión del concreto. En dicha Tabla se observa que el F calculado > f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

IV. DISCUSIÓN

Respecto al primer objetivo, explicar el comportamiento estructural en el rango lineal asociado con los esfuerzos y las deformaciones.

Al relacionar las variables Esfuerzo y Resistencia a la compresión del concreto (F_c), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe relación lineal positiva entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose que existe una relación Alta (> 0.610) entre el Esfuerzo y la Resistencia a la compresión F'_c del concreto y directamente proporcional porque tiene signo positivo. Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R cuadrado), solo el 72.4% del esfuerzo puede ser explicado por la Resistencia a la compresión del concreto.

El modelo responde a la ecuación lineal: $\sigma = 55.841 + 0.665(f'_c)$, Por otro lado, el análisis de la varianza muestra que el F calculado $>$ f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Alta relación lineal positiva entre Esfuerzo y Resistencia a la compresión del concreto; esto quiere decir que a mayores niveles de Resistencia del concreto mayores son los niveles de Esfuerzo con una dependencia de hasta el 72.4%.

En la práctica esto significa que, en este estado lineal no agrietado los esfuerzos en el concreto y el acero se comportan elásticamente y la deformación unitaria en ambos es la misma; porque no hay desplazamiento relativo entre el acero y el concreto circundante; este comportamiento elástico genera una relación lineal positiva entre el esfuerzo y la resistencia a la compresión del concreto.

El comportamiento estructural de columnas circulares de puentes, según opinión de ingenieros especialistas en estructuras, y dependiendo de los parámetros estructurales intervinientes, opinan de la siguiente manera: en promedio el 52% de los ingenieros dicen que el comportamiento estructural se encuentra en el rango satisfactorio y muy satisfactorio; al 48% restante no le satisface el

comportamiento estructural de las columnas. Se puede deducir de las opiniones antes mencionadas que la respuesta estructural de las columnas circulares de puentes depende de los parámetros estructurales intervinientes llámense: carga axial, esfuerzo por comprensión, estribaje, esfuerzos del acero longitudinal, etc.

Respecto al segundo objetivo, explicar el comportamiento estructural en el rango no lineal asociado al agrietamiento, aplastamiento del núcleo, y a la formación de las rotulas plásticas podemos mencionar lo siguiente:

Al relacionar las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de fluencia del acero transversal (F_{cT}), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos no tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe escasa relación lineal positiva entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose que existe una relación entre el esfuerzo de fluencia del acero transversal (F_{cT}) y la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) Baja (< 0.410) y directamente proporcional porque tiene signo positivo. Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R cuadrado), solo el 15.5% de la variación de la inercia puede ser explicada por el esfuerzo de la fluencia del acero transversal (F_{cT}). El modelo responde a la ecuación lineal: $(I_{ef} / I_g) = 0,201 + 0.000(F_{cT})$ por lo que se puede decir que no es posible plantear una ecuación lineal con estas dos variables. Por otro lado, el análisis de la varianza muestra que el F calculado $>$ f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación entre las variables de estudio aunque con grado Bajo según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Baja relación positiva entre la variación de inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de fluencia del acero transversal (F_{cT}); pero no es posible expresarla no es posible ajustar la relación de las variables a una relación lineal, dado que según el coeficiente de Pearson la variación de la inercia tiene una dependencia del esfuerzo de fluencia del acero transversal (F_{cT}) de solo el 15.5%.

En la práctica esto significa que este parámetro, la fluencia del acero de los estribos, no influye significativamente en la variación de la inercia; pero podemos colegir que si influye el deficiente confinamiento (estribaje) del núcleo de concreto, lo cual provoca secuencialmente agrietamiento, aplastamiento del núcleo y finalmente formación de rotulas plásticas.

Por otro lado, al relacionar las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de la fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos no tiende a aproximarse a una línea recta negativa; por tanto, se asume que existe escasa relación lineal entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose que existe una relación entre el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}) y la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) con una relación Baja (< 0.410) e inversamente proporcional porque tiene signo negativo. Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R cuadrado), que solo el 31.9% de la variación de la inercia puede ser explicada en forma inversa por el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}) y el modelo responde a la ecuación lineal: $(I_{ef} / I_g) = 3.672 + -0.007(F_{cL})$

Por otro lado, el análisis de la varianza muestra que el F calculado $>$ f crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio aunque con grado Bajo según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Baja relación lineal negativa entre la variación de inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}), con una dependencia Baja de 31,9%, según el coeficiente de determinación (R cuadrado).

En la práctica, esto significa que si el valor de la fluencia del acero longitudinal aumenta la variación de la inercia disminuye y por consiguiente, la inercia efectiva disminuye. Asimismo, cuando la fluencia del acero longitudinal disminuye la variación de la inercia aumenta y por consiguiente, la inercia efectiva aumenta.

En consecuencia podemos colegir, que la fluencia no es determinante, pero si lo es la cantidad de acero longitudinal; a mayor cantidad de acero longitudinal menor será la variación de la inercia y por consiguiente, menos probable será que se aplaste el núcleo y se formen rotulas plásticas.

Respecto al tercer objetivo, cuantificar la variación de la respuesta estructural de la inercia agrietada asociada con la geometría. Al relacionar las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la Relación de carga axial (la cual está en función de la geometría de la sección), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose que existe una relación significativa Alta ($>0,610$) entre la carga axial y la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y además es directamente proporcional porque tiene signo positivo. Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R cuadrado), que el 79,6% de la variación de la inercia puede ser explicada por la carga axial. El modelo responde a la ecuación lineal: $(I_{ef} / I_g) = 0,208 + 1.529(P/A_g f'_c)$

Por otro lado el análisis de la varianza muestra que el F calculado $> f$ crítico (Sig.), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Alta relación lineal positiva entre la variación de inercia (I_{ef} / I_g) y la Relación de carga axial. Es decir a mayores niveles de carga axial mayores son los niveles de variación de la inercia con una dependencia de hasta el 79,6%.

En la práctica esto significa que a mayor relación de carga axial $P/A_g f'_c$; (donde, P es la carga puntual y A_g está asociada con la geometría de la sección), mayor será la compresión de la columna y esto ayudara; para atenuar los efectos del empuje horizontal del sismo, de esta manera menor será el decremento de la inercia final con respecto a la inercia inicial; en consecuencia esto impedirá que varíe considerablemente la geometría de la sección.

Esto teniendo en cuenta los resultados encontrados por Mora Matos (2006), en su tesis denominada "Rigidez efectiva de elementos de concreto para el análisis de marcos ante cargas laterales" quien concluye que las columnas de los puentes durante un evento sísmico según la magnitud sísmica se producirán variaciones en las dimensiones de su sección debido a diversos factores tales como: el agrietamiento e incluso el aplastamiento del núcleo.

Asimismo, al relacionar las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la cuantía longitudinal (ρ_l), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose existe una relación significativa entre la cuantía longitudinal (ρ_l) y la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) con una relación es Alta ($>0,610$) y directamente proporcional porque tiene signo positivo. Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R^2 cuadrado), que el 68.4% de la variación de la inercia puede ser explicada por la cuantía longitudinal. El modelo responde a la ecuación lineal:

$$(I_{ef} / I_g) = -0.151 + 24.936(\rho_l)$$

Por otro lado, el análisis de la varianza muestra que el F calculado $> f$ crítico (Sig), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Alta relación lineal positiva entre la variación de inercia (I_{ef} / I_g) y la cuantía longitudinal (ρ_l). Es decir a mayores niveles de cuantía longitudinal mayores son los niveles de variación de la inercia con una dependencia de hasta el 68.4%

En la práctica esto significa que a mayor cuantía longitudinal la inercia final o agrietada no variara mucho con relación a la inercia inicial; esto debido a que más acero longitudinal ayudara en la rigidez de la columna e impedirá que varíe considerablemente la geometría de la sección.

Asimismo, al relacionar las variables: variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$), los resultados muestran en el diagrama de dispersión que la nube de puntos tiende a aproximarse a una línea recta positiva; por tanto, se asume que existe una relación lineal positiva entre las variables. Esto se confirma con el coeficiente de Pearson, determinándose que existe una relación significativa Alta ($>0,610$) entre la Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$) y la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y directamente proporcional porque tiene signo positivo.

Asimismo, el resumen del modelo de programación lineal muestra según el coeficiente de determinación (R cuadrado), que el 68.4% de la variación de la inercia puede ser explicada por la Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$). El modelo responde a la ecuación lineal: $(I_{ef} / I_g) = 0,086 + 0.008(F'c)$

Por otro lado, el análisis de la varianza muestra que el F calculado $> f$ crítico (Sig), por lo tanto se confirma que existe relación lineal entre las variables de estudio con grado Alto según el coeficiente de Pearson.

En síntesis, estos resultados indican que existe una Alta relación lineal positiva entre la variación de inercia (I_{ef} / I_g) y la Resistencia a la compresión del concreto ($F'c$). Es decir a mayores niveles de Resistencia a la compresión del concreto mayores son los niveles de variación de la inercia con una dependencia de hasta el 72.4%.

En la práctica esto significa que a mayor resistencia a la compresión del concreto menor será el decremento de la inercia final con respecto a la inercia inicial; esto debido a que la rigidez de las columnas se cuantifica a través del producto EI ; donde E es el módulo de elasticidad el cual está en función de la resistencia a la compresión del concreto.

Estos resultados se relacionan con los encontrados por Burgos Namuche (2012), en su estudio denominado: "Rigidez efectiva de los elementos de concreto armado" quien concluye que la inercia agrietada como una proporción de la inercia no agrietada, no toman en cuenta la influencia de la cuantía de refuerzo de flexión y la carga axial parámetros que en este estudio nos indican que la rigidez es directamente proporcional a la resistencia de fluencia.

Propuesta Modelo de Regresión Lineal Múltiple de la variación de Inercia en relación a la Carga Axial y la Cuantía Longitudinal en columnas circulares de puentes

Tabla N° 23:

Notación y valor de variables estructurales variación de Inercia, Carga Axial y Cuantía Longitudinal en columnas circulares de puentes

VARIABLES ESTRUCTURALES	NOTACIÓN	VALOR
Variación de Inercia	z	$z = \frac{\text{Inercia Efectiva}}{\text{Inercia Bruta}} = \frac{I_{cr}}{I_g}$
Relación de Carga Axial	x	$x = \frac{P}{A_g f'_c}$
Cuantía longitudinal	y	$y = \rho l$

Elaboración: Propia

Para los cálculos se utilizó el consolidado de datos calculados para determinar la variación de la inercia en función de parámetros estructurales de columnas circulares que se muestran en la Tabla N°07.

a.- Cálculo de las correlaciones

Tabla N° 24
Correlaciones de las variables

		Variación de Inercia	Carga Axial	Cuantía Longitudinal
Correlación de Pearson	Variación de Inercia	1.000	.892	.827
	Carga Axial	.892	1.000	.794
	Cuantía Longitudinal	.827	.794	1.000
Sig. (unilateral)	Variación de Inercia	.	.000	.000
	Carga Axial	.000	.	.000
	Cuantía Longitudinal	.000	.000	.
N	Variación de Inercia	33	33	33
	Carga Axial	33	33	33
	Cuantía Longitudinal	33	33	33

En la Tabla N° 24 se observa la correlación de las variables en la cual se confirma que:

1. Existe una correlación positiva (directa) entre el Cociente de inercia (z) y la carga axial (x) con valor de $r = 0.892$.

2. Existe una correlación positiva (directa) entre el Cociente de inercia (z) y la cuantía longitudinal (y) con valor de $r = 0.827$

b.- Formulación del modelo de Regresión lineal múltiple

El modelo de Regresión Lineal Múltiple de la variación de inercia (z) con respecto a las variables Carga Axial (x) y la Cuantía Longitudinal (y) esta representa por la ecuación lineal siguiente:

$$z = ax + by + c$$

El modelo contiene una variable dependiente y dos variables predictores, tal como se indica a continuación:

Variable dependiente:

$$z = \frac{\text{Inercia Efectiva}}{\text{Inercia Bruta}} = \frac{I_{cr}}{I_g}$$

Variables predictores:

$$x = \frac{P}{Ag f'_c}$$

$$y = \rho l$$

Reemplazando tenemos la ecuación siguiente:

$$\frac{I_{cr}}{I_g} = a \left(\frac{P}{Ag f'_c} \right) + b(\rho l) + c$$

c.- Valores de la regresión Lineal múltiple

Tabla N°25
Resumen del modelo de Regresión lineal

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.913(a)	.834	.822	.0964811

a Variables predictores: (Constante), Cuantia Longitudinal, Carga Axial

El coeficiente de determinación R^2 de la regresión lineal múltiple es 0.834;

es decir la variación de la Inercia es explicada en un 83.4% por las variables Carga Axial y la Cuantía Longitudinal.

Tabla N°26
Valores de los Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	(Constante)	.042	.069		.611	.546
	Carga Axial	1.092	.210	.637	5.195	.000
	Cuantía Longitudinal	9.683	3.695	.321	2.621	.014

a Variable dependiente: Variación de Inercia

De la Tabla N° 26 se observa los valores calculados de las constantes:

$$a = 1.092$$

$$b = 9.683$$

$$c = 0.042$$

d.- Ecuación de comportamiento de la variación de la inercia en columnas circulares de puentes

Reemplazando los respectivos valores se obtiene la ecuación de la tendencia de la variación de la inercia ($\frac{I_{cr}}{I_g}$) en relación a la carga axial ($\frac{P}{A_g f'_c}$) y la Cuantía Longitudinal (ρl).

$$\frac{I_{cr}}{I_g} = 1.092 \left(\frac{P}{A_g f'_c} \right) + 9.683(\rho l) + 0.042$$

V. CONCLUSIONES

- Existe una relación lineal Alta y positiva entre las variables Esfuerzo y Resistencia a la compresión del concreto (F_c), con una dependencia de 72.4%. Asimismo, el 52% de los ingenieros especialistas en estructuras, dependiendo de los parámetros estructurales intervinientes, en promedio califican en el rango satisfactorio y muy satisfactorio al comportamiento estructural de columnas circulares de puente con relación a esta objetivo.
- Existe una relación Baja y no presenta comportamiento lineal la relación entre la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y el esfuerzo de fluencia del acero transversal (F_{cT}) con una dependencia del 15.5%. Así como, existe relación lineal Baja y negativa entre el esfuerzo de fluencia del acero Longitudinal (F_{cL}) con una dependencia de 31,9%.
- Existe una relación lineal Alta y positiva entre la variación de la inercia (I_{ef} / I_g) y la Relación de carga axial, la cuantía longitudinal (ρ_l) y el esfuerzo de compresión del concreto (F_c), con una dependencia de 79,6%. 68.4% y 72.4% respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Supervisar la calidad de los materiales y el proceso constructivo para conseguir una relación alta entre el esfuerzo y la resistencia a la compresión del concreto. Los agregados tienen un módulo de elasticidad en el rango de 1.5 a 5, el de la pasta de cemento en consecuencia la calidad de estos afectara directamente la resistencia a la compresión del concreto. Asimismo, en el proceso constructivo de llenado de columnas, supervisar tanto la mezcla como el vaciado del concreto, para evitar la formación de cangrejas y la segregación de sus componentes con la finalidad de impedir el desplazamiento relativo entre el acero y el concreto circundante en caso de sismo.
- Supervisar el proceso constructivo de armado y estribado de columnas de puentes según cálculo estructural, referente a la cantidad y espaciado en el detallado del acero y estribos con la finalidad de darle ductilidad a las columnas y disminuir la probabilidad de que se aplaste el núcleo y se formen rotulas plásticas.
- Determinar el valor de la relación de carga axial tomando los valores máximos de todos los parámetros intervinientes; ya que sabemos que un valor mayor de relación de carga axial producirá un decremento menor de la inercia efectiva con respecto a la inercia bruta.

VII. REFERENCIAS

- AGUIAR FALCONI, Roberto. El mega sismo de Chile 2010. 2a. ed. Quito: s.n, Escuela Politécnica del Ejército, 2011 pág. 109.
- BLANCO, Marianela. Criterios fundamentales para el diseño sísmo resistente. 2a. ed. Caracas, Universidad Central de Venezuela, 2012. ISSN 0798-4065.
- BURGOS NAMUCHE, Maribel. Rigidez efectiva de los elementos de concreto armada. Trabajo de titulación (ingeniero industrial). Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012, pág. 5.
- CALDERONE, Anthony; LEHMAN, Dawn. Comportamiento de las columnas de puente de hormigón armado Tener relaciones de aspecto variadas y Diferentes longitudes de confinamiento. Tesis (Ingeniería Civil). California, USA, Colegio de Ingeniería, 2001. 1 – 146p.
- CALLA PILCO, Darwin. Aspectos Generales del terremoto de Arequipa del 23 de junio del 2001. 2a.ed. Lima, Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de datos Geofísicos Sismología, 2003. pp. 34.
- CASSANO, Arturo. Análisis de estructuras bajo acciones dinámicas. 1a.ed. Paraná, Universidad tecnológica Nacional, 2009. pág. 80. ISBN 978-987-25360-9-1.
- CHAN YAN, j. Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. 7a.ed. Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, 2003. págs. 39-46.
- DORIAN LINERO, Luis. Modelación numérica del concreto simple con elementos finitos mediante la teoría de la plasticidad y la función de fluencia de hu schnobrich. 2a.ed. Colombia, Universidad Nacional de Colombia, 2012. págs. 129-144.
- GOMEZ SOBERON, Consuelo. Vulnerabilidad de puentes de autopista. 1a.ed. Un estado del arte Barcelona, Centro Internacional de métodos numéricos en ingeniería, 2000. ISSN: 84-89925.
- GONZALES GUZMAN, OMAR. Influencia del agrietamiento del concreto en la corrosión del acero de refuerzo. 2a.ed. Oaxaca, Instituto politécnico

- nacional ,2008. pág. 83.
- HARSEM, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 4a.ed. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. Pag32.
- HASHIMOTO MONCAYO, CAMPOS UGAZ, Walter. Análisis estructural de puentes.7a.ed. Chiclayo: Iberoamérica, 2000. pág. PP. 100.
- KOWALSKY, Mervyn. Comportamiento de corte y flexión de columnas de puente de hormigón ligero en regiones sísmicas. Aci Structural Journal 96 (1): 136-148, 22 de marzo 2016.
- KUNNATH, Sashi; TAYLOR, Andrew y STONE, William. Daños sísmicos acumulados de muelles de puente de hormigón armado. Trabajo de titulación (Técnico en Construcción). Florida, USA, Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, 1997. 1 – 133p.
- LEHMAN, Dawn; MOEHLE, Jack. Rendimiento sísmico de columnas de puente de hormigón armado. Tesis (Ingeniería Civil). California, USA, Colegio de Ingeniería, 2000. 1 – 316p.
- MARTE JIMENEZ, C. 2014. Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal ("PUSH-OVER") 2a.ed.Catalunya, Universidad Politécnica de Catalunya, 2014. pág. 154.

- McCORMAC y CSERNAK, Stephen. 2015. Diseño de estructuras de acero. 5a.ed. México, universidad autónoma, 2015. Cap.18.
- MEDINA ROBALINO, C "Estudio de la relación momento curvatura como herramienta para entender el comportamiento de secciones de hormigón armado" 2a.ed.Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2012. pp. 221.
- MORA MATOS, Pavel. Rigidez efectiva de elementos de concreto para el análisis de marcos ante cargas laterales. Tesis (Maestro en Ingeniería), México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2006. pág. 79.
- MROGINSKI, Javier. 2006. Simulación del comportamiento elastoplástico de materiales dúctiles Argentina: Universidad Nacional del N MAPFRE, FUNDACION. 2012. Emergencia y reconstrucción el antes y después del terremoto y tsunami del 27- F en Chile. 2a.ed. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012, pág. 190. ISBN: 978-976-14-1311-5ordeste, pp. 4.
- OSPINA TRUJILLO, A. Método basado en desplazamientos para el diseño y evaluación de la vulnerabilidad sísmica de puentes de concreto reforzado.1a.ed. Medellín, Universidad Eafit, 2012. pp. 140.
- PAREJA SULLA, R. Estudio del comportamiento sísmico lineal y no lineal de pórticos metálicos resistentes a momentos. 10a.ed. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. pág. 118.
- PARK y PAULAY, Thomas. Estructuras de concreto reforzado. México, Limusa, 1988. ISBN 968-18-0100-8.
- PRIESTLEY, Mark. Myths and Fallacies in Earthquake Engineering Pavia.trabajo de titulación (ingeniería industrial), Italia: s.n., 2003, pág. 98.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma Técnica E-030. 15a.ed. Lima, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2003.pp .37.
- RESTREPO José, RODRÍGUEZ Mario y TORRES Miguel. Evaluación de la rigidez lateral efectivo de columnas de concreto reforzado. Serie Investigación y desarrollo. Primera Edición. Universidad Autónoma de

México, 2016, .Pag 43

- RIVERA VARGAS, D. Estimación de la rigidez agrietada para el análisis sísmico en estructuras de concreto reforzado. 5a.ed. Jalisco: s.n., Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, 2014. pág. 12.
- RIVERA, Darío y MELI, Roberto. Capacidad de desplazamiento lateral de columnas de puentes de concreto reforzado. Tesis (Ingeniería Estructural). Acapulco. México, 2004. 1 – 18p.
- SAATCIOGLU, Murat y BAINGO, Darek .Revista de ingeniería estructural: Columnas de hormigón circular de alta resistencia bajo simulación carga sísmica. Marzo. 1999, 125 (3): 272 – 280.
- SANTOS CARVALHO y DIAZ LOPEZ, Leonardo. Desempeño sísmico de un edificio a porticado de cuatro pisos diseñado con el reglamento nacional de edificaciones y aceptando una deriva máxima de 1%.Tesis (Ing. Civil). 6a.ed. Lima, Pontificia universidad católica del Perú, 2013 .pp. 91
- SEMINARIO MANRIQUE, E. Guía para el diseño de puentes con vigas y losa. 10a.ed.Piura, Universidad de Piura, 2004. pág. 136.
- SERRANO GUZMAN y PEREZ RUIZ, Diego. Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto, 8a.ed. Cali, Universidad Pontificia Bolivariana, 2014. PP. 14.
- SRITHARAM, Sri; PRIESTLEY, Nigel y SEIBLE, Frieder. Respuesta sísmica de las conexiones de las tiras de viga de la columna / casquillo con Presurización de la viga del casquillo. Trabajo de titulación (Ingeniería Estructural). California. USA, Universidad de California, 1996. 1 – 309p.
- VARGAS RIVERA, Darío. Diseño sísmico de columnas de puentes urbanos de concreto reforzado en la ciudad de Mexico.6a.ed. México, Universidad Nacional Autónoma de Mexico.2005, pág. 177.
- VINUEZA MORENO, J. Nuevas Metodologías para el diseño de puentes aplicado al pórtico de acero con columnas inclinadas del puente gualo .9a.ed. Quito, Universidad Central Del Ecuador, 2015. pág. 229.
- YEPEZ MOYA, F. Modelo de evaluación del comportamiento sísmico no lineal de estructuras de hormigón armado. 8a.ed. A.H.Barbat, Barcelona: s.n., 1996. ISBN: 84-87867-80-4.

ANEXOS

ANEXO N°01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Variable	Problema	Objetivos	Hipótesis	Dimensiones	Indicadores	Escala
VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL	¿Cómo Varía la Respuesta estructural a partir de la inercia Agrietada en columnas circulares de puentes?	Objetivo general	•La variación de la respuesta estructural a partir de la inercia agrietada en columnas circulares de puentes, dependiendo de la intensidad sísmica, produce descascaramiento, aplastamiento del núcleo y formación de rotulas plásticas	Rango lineal	<ul style="list-style-type: none"> - Elasticidad - Esfuerzo - Deformación unitaria 	Encuesta con escala Nominal
		Objetivos específicos				
		a) Explicar el comportamiento estructural en el rango lineal asociado con los esfuerzos y las				
				Inercia	<ul style="list-style-type: none"> - Geometría de la sección 	

		deformaciones.		agrietada		
		b) Explicar el comportamiento estructural en el rango no lineal asociado al agrietamiento, aplastamiento del núcleo, y a la formación de las rotulas plásticas.				
		c) Cuantificar la variación de la respuesta estructural de la inercia agrietada asociada con la geometría y la ubicación del eje neutro				

ANEXO N°02

CUESTIONARIO PARA INGENIEROS ESPECIALISTAS EN ESTRUCTURAS

Código:

Fecha:

INSTRUCCIÓN

Estimado Ingeniero, las preguntas que a continuación formulamos, forman parte de una investigación encaminada a explicar el comportamiento estructural de columnas, para lo cual necesitamos de tu colaboración y apoyo, respondiendo según su experiencia. Para lo cual marcarás en uno de los recuadros teniendo en cuenta que:

MI= Muy insatisfactorio **MD=** Moderadamente insatisfactorio **NN=** Ni satisfactorio ni insatisfactorio **S=** Satisfactorio **MS=** Muy satisfactorio

N°	ITEMS	1	2	3	4	5
		MI	MD	NN	S	MS
01	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando las cargas verticales transmitidas por las vigas son altas?					
02	¿Cómo califica según su experiencia, la relación de predicción del comportamiento estructural de las columnas a partir de la relación de carga axial?					
03	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la variación de la inercia?					
04	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de las propiedades físicas del concreto no confinado?					
05	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función del					

	detallado del estribaje?					
06	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se aumentan los esfuerzos en el acero y el concreto?					
07	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de la rigidez del sistema?					
08	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se forman rotulas plasticas?					
09	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la geometría de la columna?					
10	¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se agregan cargas a la estructura que soportan las columnas?					

ANEXO Nº 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



ESCUELA DE POSTGRADO

CONSTANCIA

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN


Por la presente se deja constancia haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es:

“Variación de la Respuesta Estructural a partir de la Inercia Agrietada en Columnas Circulares de Puentes”, cuyo autor es Luis Enrique Ordinola Enriquez , estudiante de la escuela de Post Grado De Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo-Campus Chiclayo.

Dichos instrumentos serán aplicados a la Investigación, por lo que cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado para los fines de considere pertinentes.

Pimentel, 26 Noviembre del 2016


DÁNDY BERLIÉ
ROCA LOAYZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 116166

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: “**VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INERCIA AGRIETADA EN COLUMNAS CIRCULARES DE PUENTES**”. Su autor es Luis Enrique Ordinola Enriquez, estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en estructuras de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Chiclayo.

Dichos instrumentos serán aplicados a una muestra no probabilística conformada por 10 ingenieros civiles especialistas en Estructuras, y que se aplicará durante el mes de Diciembre del 2016, según técnica de encuesta. Razón por la cual, la muestra de estudio estará constituida por toda la población.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez de contenido correspondiente con las variables de estudio del problema, objetivos e hipótesis.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines académicos que considere pertinentes.

Sullana, 28 de Diciembre 2017


LIC IGNACIA ABIGAIL LOZANO RAMOS
COESPE 214
COLEGIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ

ANEXO Nº 4

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Pimentel, 30 de noviembre del 2016

VISTO:

El informe S/N, de fecha de 17 de noviembre del 2016, emitido por el DR. WALTER ANTONIO CAMPOS UGAZ; docente asesor de la experiencia curricular del DISEÑO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN del programa de MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN ESTRUCTURAS; quien solicita la emisión de la resolución de los proyectos de investigación de los estudiantes que han cumplido con los requisitos establecidos por la Escuela de Posgrado. Y;

CONSIDERANDO:

Que, los estudiantes ingresaron al Programa de MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN ESTRUCTURAS, I Promoción del semestre académico 2015-II, Sede Chiclayo; y estando a lo dispuesto en el Art. 48° de la Ley Universitaria Nº 30220, y al Art. 17° del Reglamento de Investigación, de la ESCUELA DE POST GRADO- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, solicitan el registro de los títulos que se detallan:

N°	AUTOR(A)	TITULO DEL PROYECTO
1	BUSTAMANTE NUÑEZ ALEXANDER.	PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS PARA LA DISIPACIÓN DE ENERGÍA EN EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL POR DESPLAZAMIENTO EN EDIFICACIONES UNACH - CHOTA.
2	CABANILLAS FLORES LUIS PAUL.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS POR DESEMPEÑO BASADO EN DESPLAZAMIENTOS PARA EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN RESERVIORIOS ELEVADOS TIPO FUSTE - CHICLAYO.
3	CASTAÑEDA VILLANUEVA EDWIN HERNÁN.	INCORPORACIÓN DE SUELOS GRAVOSOS A LA CLASIFICACIÓN SUCS PLANTEADOS POR BRAJA DAS EN LA TEORÍA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS: ENSAYOS EN SUELOS ANDINOS - PERÚ.
4	GONZAGA RAMÍREZ FREDDY HILTER.	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA - CHEPÉN.
5	HUAMÁN ITURBE JULIO ALMAGRO.	PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO POR DESPLAZAMIENTO MEDIANTE EL ANÁLISIS NO LINEAL EN LAS EDIFICACIONES - UCV - CHICLAYO.
6	ORDINOLA ENRIQUEZ LUIS ENRIQUE.	VARIACIÓN DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INERCIA AGRIETADA EN COLUMNAS CIRCULARES DE PUENTES.
7	PÉREZ MUNDACA ALBERTO.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICACIONES ESCENCIALES APORTICADAS CON LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS INELÁSTICO POR DESPLAZAMIENTO.

Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones conferidas:

SE RESUELVE:

Art. 1º APROBAR EL REGISTRO DE LOS PROYECTOS DE TESIS cuyos títulos y autores de los Proyectos de tesis se han descrito en el considerando.

Art. 2º DESIGNAR, al docente DR. WALTER ANTONIO CAMPOS UGAZ, como asesor (a) de los proyectos de tesis mencionados en el artículo 1º.

Art. 3º AUTORIZAR, a los interesados, a realizar todo trámite académico y administrativo en nuestra casa superior de estudios.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Mercedes Collazos Alarcón
Dra. Mercedes Collazos Alarcón
Directora Escuela de Postgrado
Universidad César Vallejo Chiclayo

CC. Archivo EPG, Investigación, interesado.

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5.
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO N° 5

CONSENTIMIENTO INFORMADO



COLEGIO DE
INGENIEROS
DEL PERÚ
COMITE LOCAL DE SULLANA

CONSEJO
DEPARTAMENTAL
PIURA

Sullana, 20 de Diciembre 2016.

El que suscribe Cesar Augusto Correa Atoche, con Reg. CIP. 65314, Presidente del Consejo del Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Departamental de Piura - Comité Local Sullana - Provincia de Sullana, Departamento de Piura; extiende el:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

A favor de Luis Enrique Ordinola Enriquez estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Estructuras de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo, para que realice la Tesis Titulada **“VARIACION DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL A PARTIR DE LA INERCIA AGRIETADA EN COLUMNAS CIRCULARES DE PUENTES”**;

En opción a la obtención del Grado de Magister en Ingeniería Civil con mención en Estructuras.

Se extiende la presente para efectos de acreditación académica profesional.

Atentamente,


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE PIURA
COMITE LOCAL SULLANA
.....
Ing. CIP César Augusto Correa Atoche
PRESIDENTE

Somos constructores del Perú

SEDE INSTITUCIONAL
Dirección : Av. Panamericana N° 935
Sullana
TELEF: 073 - 623722
EMAIL: cipsullana8-6@hotmail.com

**ANEXO N°06:
FIABILIDAD DEL INSTRUMENTO BASADO EN EL ALFA DE CRONBACH**

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	10	100.0
	Excluidos(a)	0	.0
	Total	10	100.0

a Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	Alfa de Cronbach	N de elementos
.842	.829	10

Estadísticos de los elementos

	Media	Desviación típica	N
Pregunta N°01	2.9000	1.28668	10
Pregunta N°02	2.4000	1.34990	10
Pregunta N°03	3.8000	1.39841	10
Pregunta N°04	2.9000	1.28668	10
Pregunta N°05	2.7000	1.70294	10
Pregunta N°06	3.3000	1.56702	10
Pregunta N°07	3.7000	1.05935	10
Pregunta N°08	2.9000	1.28668	10
Pregunta N°09	2.9000	1.28668	10
Pregunta N°10	2.9000	1.44914	10

Matriz de correlaciones inter-elementos

	Pregun ta N°01	Pregun ta N°02	Pregun ta N°03	Pregun ta N°04	Pregun ta N°05	Pregun ta N°06	Pregun ta N°07	Pregun ta N°08	Pregun ta N°09	Pregun ta N°10
Pregun ta N°01	1.000	.281	.729	1.000	.289	.237	.709	1.000	.060	.590
Pregun ta N°02	.281	1.000	-.129	.281	.590	.252	.093	.281	-.166	.534
Pregun ta N°03	.729	-.129	1.000	.729	-.075	-.071	.705	.729	.173	.428
Pregun ta N°04	1.000	.281	.729	1.000	.289	.237	.709	1.000	.060	.590
Pregun ta N°05	.289	.590	-.075	.289	1.000	.121	.129	.289	-.573	.662
Pregun ta N°06	.237	.252	-.071	.237	.121	1.000	.328	.237	.568	.113
Pregun ta N°07	.709	.093	.705	.709	.129	.328	1.000	.709	.057	.485
Pregun ta N°08	1.000	.281	.729	1.000	.289	.237	.709	1.000	.060	.590
Pregun ta N°09	.060	-.166	.173	.060	-.573	.568	.057	.060	1.000	-.244
Pregun ta N°10	.590	.534	.428	.590	.662	.113	.485	.590	-.244	1.000

Estadísticos de resumen de los elementos

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo/mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de los elementos	3.040	2.400	3.800	1.400	1.583	.189	10
Varianzas de los elementos	1.898	1.122	2.900	1.778	2.584	.245	10
Covarianzas inter- elementos	.619	-1.256	1.656	2.911	-1.319	.391	10
Correlaciones inter- elementos	.348	-.573	1.000	1.573	-1.745	.121	10

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Pregunta N°01	27.5000	56.278	.869	.	.779
Pregunta N°02	28.0000	64.889	.368	.	.828
Pregunta N°03	26.6000	61.600	.508	.	.814
Pregunta N°04	27.5000	56.278	.869	.	.779
Pregunta N°05	27.7000	63.789	.295	.	.841
Pregunta N°06	27.1000	64.100	.325	.	.835
Pregunta N°07	26.7000	62.233	.679	.	.802
Pregunta N°08	27.5000	56.278	.869	.	.779
Pregunta N°09	27.5000	73.389	-.015	.	.859
Pregunta N°10	27.5000	57.833	.670	.	.797

Estadísticos de la escala

Media	Varianza	Desviación típica	N de elementos
30.4000	74.711	8.64356	10

ANEXO N°07

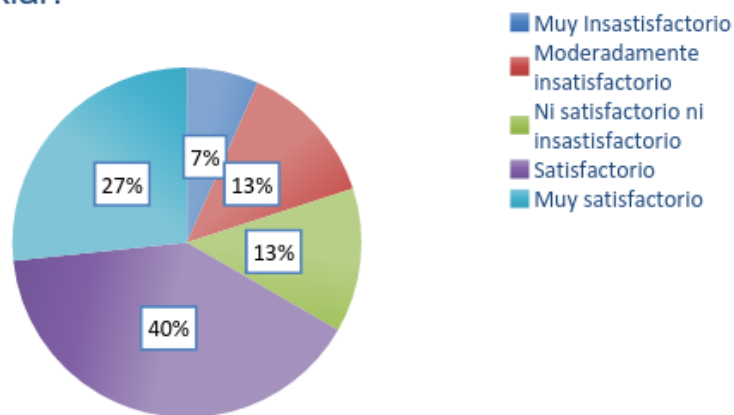
Graficas de resultados de encuesta aplicada a ingenieros especialistas en estructuras

¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando las cargas verticales transmitidas por las vigas son altas?

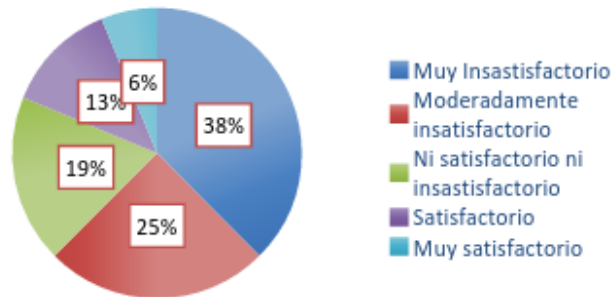


P2

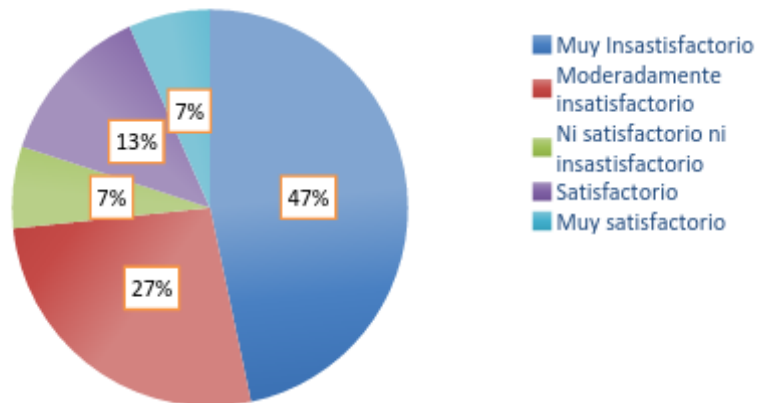
¿Cómo califica según su experiencia, la relación de predicción del comportamiento estructural de las columnas a partir de la relación de carga axial?



P3: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la variación de la inercia?

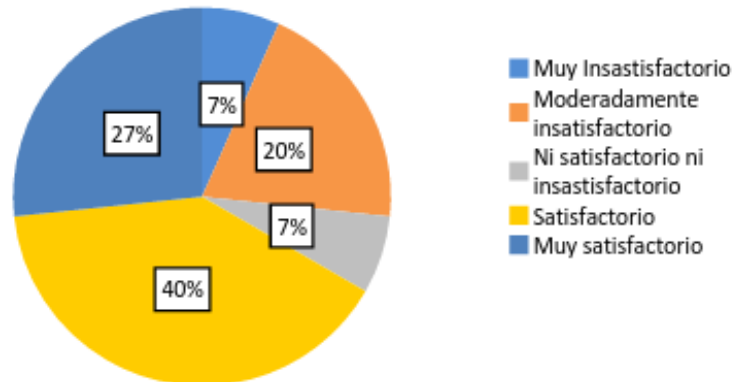


P4: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de las propiedades físicas del concreto no confinado?



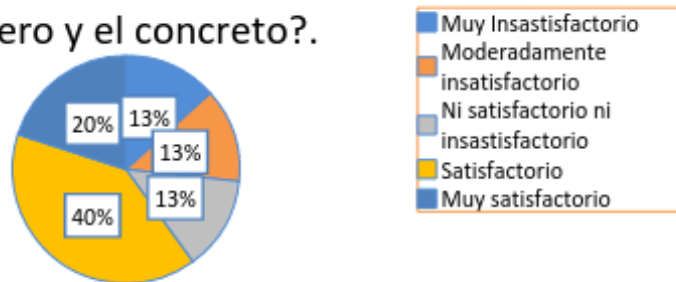
P5:

¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función del detallado del estribaje?

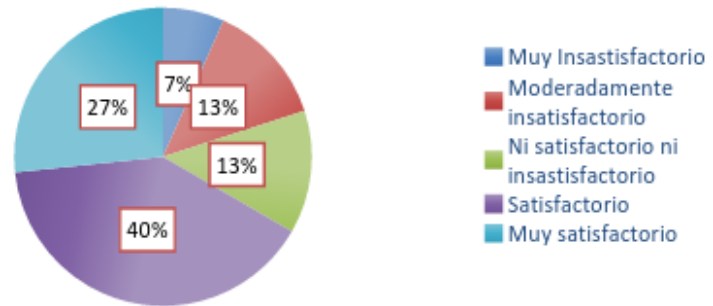


P6:

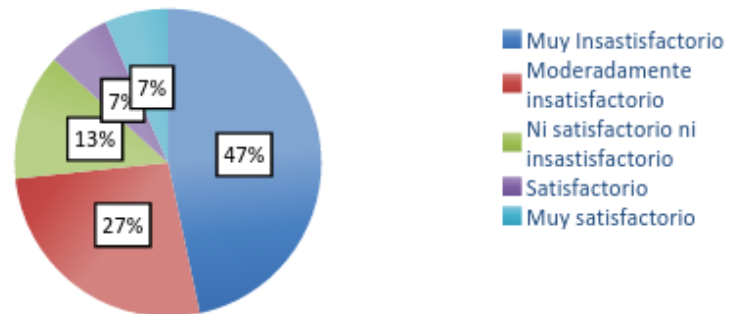
¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se aumentan de los esfuerzos en el acero y el concreto?.



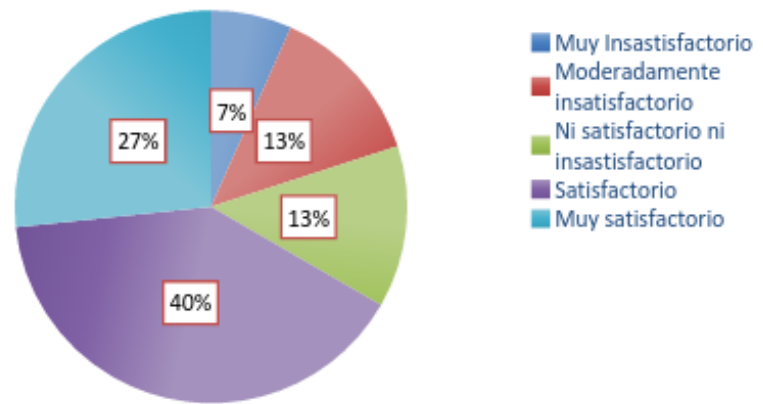
P7: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en función de la rigidez del sistema?



P8: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se forman rotulas plastias?



P9: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico en relación a la geometría de la columna?



P10: ¿Cómo califica según su experiencia, el comportamiento estructural de las columnas durante un evento sísmico cuando se agregan cargas a la estructura que soportan las columnas?

