



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Ductilidad en vigas de concreto armado de sección “T” para determinar su comportamiento estructural-mercado El Porvenir, Los Olivos 2018”

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

AUTORA:

Torres Contreras, Allison Rosario (<https://orcid.org/0000-0001-7059-0294>)

ASESOR:

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto (<https://orcid.org/0000-0002-1968-9122>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por su amor infinito, por darme el intelecto, sabiduría y capacidad para el desarrollo de esta investigación, y que a pesar de las dificultades siempre está conmigo.

A mi Padre y a mi Madre por acompañarme hasta etapa de mi vida y por su amor incondicional, y confiar en mí.

A mis hermanos, Diego y Lucas por su comprensión y sus consejos.

A mi compañero de vida por su apoyo constante por su amor

AGRADECIMIENTO

A Dios por llegar hasta esta etapa de estar cerca de culminar mis estudios Universitarios a mis docentes por brindarme su conocimiento en base a su experiencia a mi asesor por absolver las dudas de mi investigación y a mis padres por su infinito amor y confianza.

ÍNDICE

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	
Abstract	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	26
2.1 Tipo y diseño de investigación	27
2.2 Operacionalización de variables	28
2.3 Población, muestra y muestreo	28
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5 Procedimiento	31
2.6 Método de análisis de datos	31
2.7 Aspectos éticos	31
III. RESULTADOS	32
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS	60
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	<i>Índice de Ductilidad por deformación</i>	13
Tabla 2:	<i>Rangos y magnitud de validez</i>	30
Tabla 3:	<i>Coefficiente de Validez por juicio de Expertos</i>	30
Tabla 4:	<i>Parámetros Sísmicos a utilizarse</i>	33
Tabla 5:	<i>Calicatas de zona de estudio</i>	35
Tabla 6:	<i>Clasificación de Suelos</i>	36
Tabla 7:	<i>Predimensionamiento de la viga</i>	37
Tabla 8:	<i>Refuerzo flexionante para eje mayor</i>	42
Tabla 9:	<i>Refuerzo de cortante máximo</i>	43
Tabla 10:	<i>Diseño de esfuerzo del cortante máximo</i>	43
Tabla 11:	<i>Refuerzo Flexural Por Momento</i>	44
Tabla 12:	<i>Requerimiento de acero para momentos positivos y negativos</i>	44
Tabla 13:	<i>Verificación de parámetros de diseño</i>	45
Tabla 14:	<i>Parámetros de diseño</i>	45
Tabla 15:	<i>Forma de sección</i>	47
Tabla 16:	<i>Cuantía máxima y mínima del acero</i>	47
Tabla 17:	<i>Momento máximo y mínimo de la viga</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i>	Mercado el Porvenir de San Elías	3
<i>Figura 2:</i>	Viga “T”, con un eje neutro dentro del espesor de la losa.	9
<i>Figura 3:</i>	Viga “T”, con un eje neutro dentro del límite del espesor de la losa.	9
<i>Figura 4:</i>	Viga “T”, con un eje neutro ha sobrepasado el espesor de la losa.	10
<i>Figura 5:</i>	Viga “T”, con un eje neutro se encuentra en la parte inferior del espesor de la losa.	10
<i>Figura 6:</i>	Deformaciones unitarias máximas en rango elástico e inelástico.	12
<i>Figura 7:</i>	Deformaciones unitarias de fluencia y última.	13
<i>Figura 8:</i>	Distribución de las deformaciones para los tres tipos de fallas	14
<i>Figura 9:</i>	Eje neutro ubicado dentro del patín	16
<i>Figura 10:</i>	Comportamiento a Flexión	19
<i>Figura 11:</i>	Secciones Rectangulares	20
<i>Figura 12:</i>	Estado Límite de Diseño de Secciones de Concreto Armado	23
<i>Figura 13:</i>	Software Etabs v2016	23
<i>Figura 14:</i>	Encuentro de viga y columna	34
<i>Figura 15:</i>	Techo del primer nivel	34
<i>Figura 16:</i>	Distribución de Zonas de Sismo	34
<i>Figura 17:</i>	Diseño de viga de sección “T”	36
<i>Figura 18:</i>	Predimensionamiento de la Viga “T”	37
<i>Figura 19:</i>	Análisis de la viga T en el eje C-D, Tramo 1-9	40
<i>Figura 20:</i>	Modelamiento de la viga continúa	41
<i>Figura 21:</i>	Vista de perfil	41
<i>Figura 22:</i>	Comportamiento a Flexión de la viga	41
<i>Figura 23:</i>	Diagrama de momento flector	42
<i>Figura 24:</i>	Deformación de la Viga.	42
<i>Figura 25:</i>	Análisis por corte	43
<i>Figura 26:</i>	Diagrama de Momento Flector, Momento Máximo eje G –H	44
<i>Figura 27:</i>	Ubicación del eje neutro dentro del patín de la viga	46
<i>Figura 28:</i>	Análisis de viga rectangular	46
<i>Figura 29:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo A-B	47
<i>Figura 30:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo B-C	48
<i>Figura 31:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo C-D	48
<i>Figura 32:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo D-E	48
<i>Figura 33:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo E-F	49
<i>Figura 34:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo F-G	49
<i>Figura 35:</i>	Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo G-H	49

RESUMEN

La presente tesis se realizó en el año 2018, en la región de lima, distrito de los olivos. Se estudiaron 2 casos, la primera se determinó si las secciones de la tipología “T” establecidas en el diseño son elementos dúctiles, es decir que el elemento estructural alcance grandes deformaciones sin perder su resistencia, de manera individual y conjunta, y que se haya respetado los lineamientos de la norma, en la segunda las medidas de la viga cambiara tanto en el ancho efectivo y el ancho del alma, respetando lo establecido por la norma peruana E-060 y el ACI. El objetivo es determinar el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección t, distrito de los olivos en el 2018. El método que se aplico fue científico, el tipo de investigación aplicada, el nivel explicativo, el diseño es no experimental, la población corresponde al mercado de abasto el porvenir, siendo mi muestra las vigas de sección tipo “T”, el instrumento fue la ficha de recolección de datos, se concluyó que cuando la viga se encuentra en el estado elástico agrietado, el acero en tracción empieza a fluir y causar deformaciones. Los resultados obtenidos en el análisis individual de la viga tiene una deformación de $t=0.129$ siendo mayor que 0.005, ello es un indicador que la sección estructural es dúctil.

Palabras Claves: Ductilidad, comportamiento estructural, esfuerzos, deformaciones.

ABSTRACT

this thesis was carried out in 2018, in the region of lima, district of los olivos. Two cases were studied, the first will determine if the sections of the "t" typology established in the design are ductile elements, that is to say that the structural element reaches great deformations without losing its resistance, individually and jointly, and that has been respected the guidelines of the standard, in the second, the measurements of the beam will change both the effective width and the width of the core, respecting what is established by the peruvian standard e-060 and the aci. the objective is to determine the structural behavior of reinforced concrete ductile beams of section t, district of los olivos in 2018. The method that was applied was scientific, the type of applied research, the explanatory level, the non-experimental design, the population corresponds to the market of supply the future, being my sample the beams of section type "t", the instrument was the data collection card, it was concluded that when the beam is in the elastic state cracked, the steel in traction it begins to flow and cause deformations. the results obtained in the individual analysis of the beam have a deformation of $\epsilon_t = 0.129$ being greater than 0.005, this is an indicator that the structural section is ductile.

Keywords: Ductility, structural behavior, efforts, deformations

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis muestra métodos empíricos existentes para determinar de manera cuantitativa el comportamiento estructural de las vigas de sección “T”, se analizó el diseño existente en el proyecto ya ejecutado y haciendo un comparativo con en análisis expuesto en mi investigación

Capítulo I: Se presenta la realidad problemática de como en nuestro país existe mucha informalidad al construir una edificación. La investigación va ser un análisis de la viga aislada y continua y también realizará un comparativo del proyecto ya ejecutado con el nuevo análisis a realizar.

Capítulo II: Se muestra el marco teórico relacionado al tema de investigación el cual incluye; el método, tipo, nivel, diseño, población, muestra, muestreo, técnica, instrumento, validez y confiabilidad de la investigación.

Capítulo III: Se realiza el cálculo y análisis de las variables en estudio.

Capítulo IV: Se presenta las discusiones en mención a mis antecedentes

Capítulo V: Se realiza las conclusiones en base al cálculo y análisis del capítulo III.

Capítulo VI: Se realiza las recomendaciones en función al estudio realizado.

Capítulo VII: Se da a conocer las referencias empleadas.

Anexo

Realidad Problemática:

Sudamérica es un territorio donde existe con mucha frecuencia eventos sísmicos por su ubicación geotectónica en el Cinturón de Fuego del Pacífico, ocasionando en estas zonas una liberación de energía muy grande a nivel mundial, es por ello que existe un registro del 80% de sismos en varios lugares del mundo. Por este motivo los países que se encuentran en América del Sur, han presenciado las actividades sísmicas más grandes en la historia. (BBC Mundo, 2016, párr.6).

La combinación de tres placas tectónicas que se encuentran activas en Sudamérica, como por ejemplo la Placa de Nazca, la del Caribe y la Sudamericana no solo ocasionan movimientos sísmicos, a su vez también originan tsunamis y volóvanes.

En estos últimos tiempos han ocurrido grandes sismos, ocasionando grandes daños en países sudamericanos como Ecuador registrado el 16 de abril del año 2016 con 7,80 grados de magnitud ubicado en Manabí, Chile fue septiembre 16 del 2015 y el 1 de abril del año 2014 con 8,3 y 8,2 grados de magnitud respectivamente y el evento telúrico en Guatemala localizado en San Marcos, noviembre 7 del 2012 con 7,4 grados de magnitud. (La Prensa, 2016, párr.5-18). Estos acontecimientos han ocasionado grandes pérdidas tanto humanas, centenares de damnificados, así también como pérdidas de materiales con los colapsos a consecuencia del sismo, en varios casos las estructuras no han sido correctamente diseñadas, ya que no han tenido la resistencia para contrarrestar el movimiento telúrico, posiblemente no se han utilizado los diseños según normativa, o no se ha continuado con los procedimientos establecidos por la norma que cada país tiene, ya que los diseños deben brindar seguridad a la vida del ser humano, adicionalmente a ello hoy en día existen malos procesos constructivos, al no saber la magnitud de los eventos sísmicos, muchas veces los efectos ante ello son inciertos, a consecuencia de esto, es donde se generan nuevos diseños sismorresistentes, para poder mitigar o contrarrestar los daños que son ocasionados por los eventos telúricos.

Nuestro país Perú no es indiferente a ello, ya que, por la ubicación geográfica, nos encontramos en Sudamericana.

En el año 1996 se originó un gran evento sísmico en Nazca, donde ocurrieron grandes daños en las construcciones de edificios de escolares, estas estructuras tenían pórticos en una sola dirección, no obstante, tenían tabiquería con distintas alturas, ocasionando así el efecto columna corta. (Blanco Blasco, 2005)

La viga es un elemento estructural principal que está apoyada en columnas. Uno de los problemas que ocurre en las vigas es que falla a flexión, corte, y también sufren fallas por tensión diagonal por la fuerza cortante, esto se caracteriza por tener grietas inclinadas. Para conocer de una manera más práctica y sencilla el comportamiento del de concreto armado, es el uso de graficas que relacionen el momento flexionante con la vertical, la línea que habla acerca de las deformaciones unitarias en su sección. En la presente investigación se utilizará el diagrama momento-curvatura ya que es muy importante en el diseño de estructuras ante cargas estáticas y dinámicas, donde se logra visualizar de una manera rápida que tan dúctil y resistente es mi elemento estructural. Según lo investigado las vigas de sección tipo "T" no son muy comunes, ya que normalmente el diseño de las vigas es de una tipología rectangular.

Otro gran problema que existe en nuestro país llamado Perú es que existen construcciones informales lo cual no contiene un estudio de suelos (EMS). La elaboración de los planos y la ejecución de obra son realizadas por personas con experiencia y no por profesionales especialistas (Ingeniero Civil).

Según CAPECO el 70% a nivel de Lima son construcciones informales y vulnerables ante un terremoto de una gran magnitud por falta de contar con un profesional, para todo lo mencionado anteriormente para estos tipos de problemas esta tesis propone conocer la ductilidad en este elemento y como es su comportamiento estructural de su sección transversal mediante el momento-curvatura. El estudio en mención se trata de un edificio de dos niveles ubicado en el mercado el porvenir- Villasol de diferentes especialidades, las vigas internas peraltadas son de sección tipo "T".

Al finalizar esta tesis se va determinar si las secciones establecidas en el diseño si son elementos dúctiles, es decir que la viga alcance grandes deformaciones sin perder su resistencia obteniendo así un buen comportamiento estructural, o encontrarnos frente a secciones transversales con un comportamiento frágil, y los tipos de fallas que encontraremos en la viga en mención.



Figura 1: Mercado el Porvenir de San Elías.

Fuente: Propia

Trabajos previos

Antecedentes

Antecedentes nacionales

(Holguin y Plasencia, 2017) *Influencia de la Cuantía de Acero Longitudinal en la Rigidez Efectiva de la Viga de Concreto Armado*. La tesis de grado en ingeniería civil tiene como objetivo poder determinar la importancia del acero longitudinal en la rigidez efectiva de vigas de concreto armado. El estudio en mención empleo una **metodología** utilizar muestras conformadas por tres grupos, cada grupo va tener cinco vigas de forma prismática de concreto armado cuyas cuantías son de 0.0029, 0.0065 y 0.0116, las muestras fueron sometidas a flexión. Los **resultados** del estudio fueron mediante sus cargas y deformaciones, se utilizó el diagrama momento curvatura, dónde se pudo conocer la relación que tiene (β) entre la rigidez bruta y efectiva teniendo un valor de 0.19 hasta 0.64 para las cuantías mínimas y máximas. En **conclusión**, la rigidez de la viga cuando tiene un comportamiento a flexión la cuantía de acero longitudinal aumenta.

(Castillo José, 2013) *Comportamiento en Flexión de sistemas que refuerzan Estructuralmente en las vigas de Concreto Armado*. Presentación de Tesis para lograr el Título de Ingeniería Civil. La **finalidad** de este estudio es poder evaluar el comportamiento que tiene las vigas de concreto armado a flexión, realizando ensayos con cargas estáticas de manera crecientes utilizando 03 sistemas de reparación. Su **metodología** es realizar ensayos en el laboratorio a una escala natural y hacer una comparación con los modelos teóricos utilizando modelos matemáticos. Los **resultados** de los 06 ejemplares, dos han sido reparados con inyecciones de resinas epóxicas y otras con un reforzamiento de platinas de fibra de CRF y platinas de acero, los ensayos realizadas a las vigas reparadas solo con inyecciones de resinas epóxicas, se puede comprobar que restituyen las propiedades iniciales del elemento estructural con un +/- 5% en sus valores de resistencia, con rigidez del orden de 12 T/m en la viga reparada y 14 T/m en las vigas no fisuradas. En **conclusión**, se logra restablecer los mismos niveles de la viga en su rigidez y resistencia no fisurada, finalmente, es necesario e indispensable el reforzamiento con platinas de CRFP y acero, para la reparación de lo antes mencionado, por dos puntos muy importantes que son tanto la rigidez y la resistencia de los elementos a flexión.

(Silva, 2017) *Estudio de la disminución del área de Confinamiento del Concreto en Viga-Columna de Concreto Armado No Prevista en el Diseño Estructural en el Ensayo de Flexión*. La Tesis de grado en Ingeniería Civil. La **finalidad** es poder determinar el comportamiento de la disminución del área de confinamiento del concreto en viga-columna, de concreto armado, no prevista en diseño estructural a través de ensayos de flexión. La **metodología** utilizada es investigar las fallas que se han ido presentando en los últimos años en las uniones de viga-columna, en lo teórico y pre dimensionamiento, diseño y análisis estructural de elementos en pórticos. Este estudio se basa en la realización de pórticos en tres casos específicos que fueron planteados inicialmente. Se realizó un ensayo a flexión para estos pórticos. Los **resultados** obtenidos de estos ensayos muestran la disminución del área de confinamiento del concreto en viga-columna no prevista en el diseño estructural, esto disminuye la resistencia de la unión viga-columna con un porcentaje mayor al 10%. El investigador **concluye** que al realizar un estudio con elementos existentes se obtuvo una resistencia promedio de carga última de 11,606.67 kg.

(Chavez, 2018) *Investigación del comportamiento del concreto armado en vigas cuyas sección es rectangular, tomando como referencia los estados de agrietamiento, cedencia y agotamiento de la sección.* La **finalidad** es conocer la cantidad que puede tener el acero longitudinal en la colocación de la viga de concreto armado en el desarrollo dúctil que esta pueda presentarse. La **metodología** utilizada fue el método del momento curvatura de las secciones para determinar las fallas ultimas. Los **resultados** muestran que cuando una viga de concreto armado desarrolla un comportamiento de agrietamiento es dependiente de la resistencia a tracción llamada también módulo de rotura. En **conclusión**, los momentos alcanzados determinan un límite de resistencia para cada caso de falla, es decir si la existencia de las cargas en la edificación, sismos, superan el momento de agrietamiento ocasionaría una perdida en el recubrimiento

(Fernández, 2018) *Influencia del comportamiento por ductilidad en el coste estructural de edificios sujetos a la acción sísmica.* La finalidad de la presente investigación es la influencia que tiene la ductilidad en su comportamiento para el precio en los edificios estructurales. El estudio se trata del diseño de 2 edificios con las mismas plantas y diferentes niveles, fueron analizados por el software ETABS. Los **resultados** fueron que en el edificio de 4 niveles siendo el coeficiente con mayor ductilidad establecido en la elaboración del diseño estructural, mayor es el precio de ejecución, principalmente a causa de lo establecido por las normas del mínimo dimensionamiento y detalle de las secciones. El autor **concluye** que el precio de las estructuras es determinante y esto ayuda a disminuirlos, en el caso los pilares.

Antecedentes Internacionales

(Gómez, 2014) *Determinar el módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricados con materiales de la cantera San Roque para $f'c=21$ Mpa.* Tesis optar el título de Ingeniero Civil. Cuyo **objetivo** de este es realizar medidas estándar para vigas de hormigón extraídos de canteras, y también conocer su módulo de rotura. El método utilizado es de tipo experimental haciendo estudio de mecánica de suelos, una vez realizada la investigación los materiales provenientes de esta cantera se utilizan para la mezcla de prueba, donde debe lograr una resistencia de 21 Mpa, en el proceso de construcción de los mismos, hay elaborándolos de 2 caminos, ACI y densidad Optima. Entre los **resultados** el cemento tiene una densidad neta de 2.92 g/cc, la cual está dentro de los límites utilizado para diseñar la mezcla de hormigón, en el caso de los agregados finos, el cemento es transparente a lo largo de 48 horas de ser colocado en

la solución de hidróxido de sodio, para el agregado grueso al realizar el ensayo a compresión de núcleos de rocas obteniendo una compresión promedio de 108 (MPa) una resistencia que supera al de 21 MPa que era la requerida en la investigación, en la resistencia a compresión alcanzo un valor de 27 MPa, superando también a lo requerido, su módulo de rotura experimentalmente es de $46.60 \text{ Kg/cm}^2=4.66 \text{ MPa}$, siendo este hormigón ideal para condiciones de carga, más comunes en una estructura de hormigón sobre un terreno. En **conclusión**, los materiales a construir en obra deben tener un buen control de calidad ya que la resistencia de esos materiales influirá mucho en el comportamiento estructural.

(Carranza y Quintana, 2016) *Análisis comparativo de la zona de confinamiento para formación de la rótula plástica en vigas de hormigón armado*. Tesis para lograr el Título de Ingeniería civil. Su **finalidad** es hacer una evaluación que compare la conformación de rotulas plásticas, en vigas de hormigón armado considerando los reglamentos de Ecuador. La **metodología** empleada fue la del dimensionamiento estructural con disposiciones generales según el CEC2000 y la NEC-215, a fin de establecer diferencias en el armado de vigas longitudinal y transversal. Los **resultados** fueron que las estructuras estudiadas para los casos expuestos, en función del CEC-2000 y la NEC-2015, los valores del acero longitudinal y transversal de refuerzo es menor con el CEC-2000, respecto a la Nec-2015, con una diferencia del 61% del refuerzo transversal y del 43% para el refuerzo longitudinal, esencialmente para ambas situaciones de estudio, la conformación de rotulas plásticas en las estructuras de hormigón armado está relacionado con longitud de confinamiento en los extremos de las vigas que pasan al nudo, es por ello que un buen detalle ayuda al desempeño óptimo frente a un eventual sismo. En **conclusión**, para un análisis más real de rotulas, se debe realizar pruebas experimentales en pórticos, con muros de reacción, y un marco portable, esto nos permite trabajar modelos de prueba a una escala real.

(Borja, 2017) *Investigación del comportamiento de edificaciones aporticadas en planos, tomando en cuenta la plastificación concentrada*. El **objetivo** de la investigación es realizar una comparación entre el programa Matlab y Sap2000, para realizar un análisis no lineal con plastificación concentrada, encontrando la curva de capacidad usando la técnica Pushover. La **metodología** es realizar modelos en el programa Matlab para hallar el momento-curvatura centrándose en un modelo propuesto por Young Park y equilibrio de

fuerzas, así también hacer la técnica Pushover y hallar la curva de capacidad de un pórtico utilizando la inercia completa de la sección del elemento, la rigidez determina el momento curvatura utilizando el modelo de Young Park, diseñando los pórticos en el programa SAP2000. Los **resultados** fueron diferentes escenarios de desplazamiento último entre las curvas de capacidad obtenidas en el programa SAP2000 y las curvas obtenidas con las rutinas de Matlab, no obstante, ambas situaciones son muy similares. En **conclusión**, para poder comparar los resultados con el modelado en SAP2000 es importante utilizar un análisis de agrietamiento, para este caso se hizo lo establecido por el ACI y así poder compararlos, este proyecto tiene dos limitaciones para parar el proceso de cálculo; el primero por superar el valor de Δ deriva máxima permitida por la NEC-15 y la segunda por considerar la inestabilidad de la estructura. La inestabilidad debe ser limitada debido a que representa *condiciones seguras para la estructura*.

(Santos, 2012) *condiciones de seguridad calculados desde de la confiabilidad estructural de elementos reforzados de concreto: vigas diseñadas por flexión*. La **finalidad** del presente proyecto. La presente investigación tiene como objetivo proporcionar a las estructuras un nivel de seguridad razonable. La **metodología** del proyecto en mención realizó un análisis probabilístico de elementos estructurales diseñados por flexión ante cargas gravitacionales, para hallar la óptima cantidad de carga. Los **resultados** La resistencia a compresión de los cilindros necesitan de la resistencia nominal del concreto y de su desviación estándar, como se muestra a continuación. En **conclusión**, si se compara los índices, puede ver que la viga con concreto resistente de 210 kg/cm^2 , son más confiable estose debe a que la desviación estándar de la resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

(Soto, 2008) *Restablecer estructuras de concreto armado*. Cuyo **objetivo** es restablecer y mejorar la capacidad estructural, el ámbito económico tiene una función importante en determinar si puede rehabilitarse una estructura deteriorada o no. La **metodología** empleada es la recopilación de 21 columnas de concreto como técnicas de rehabilitación. Los **resultados** fueron que el modelo con encamisado de reparación tuvo una degradación de rigidez mayor que los especímenes reforzados. Se exhibieron grietas a causa de flexión o por flexo cortante. En **conclusión**, a mayor nivel de confinamiento, mayor disipación de energía, todo el espécimen reparado presenta una reducción en la rigidez inicial, esta es compensada cuando se hace un aumento con el confinamiento.

Teorías Relacionadas al Tema

Vigas de concreto armado de Sección “T”

Habitualmente las vigas que se utiliza en techos o pisos no son rectangulares, son vigas en forma “T”, desde que el vaciado del alma y la losa se hacen y se debe hacer monóticamente, por lo tanto, el diseño que se realiza en vigas rectangulares aparentemente no es la correcta, cuando en realidad deberíamos utilizar secciones de forma “T” (Blanco, Antonio, 1994, p.8)

Antes de empezar con el diseño de la viga tipo “T”, primero se debe saber cuánto es el ancho de la losa que está contribuyendo en compresión sobre la viga, después de ello se podrá establecer cuáles son las ecuaciones de diseño y equilibrio que se utilizara.

Según la Norma Peruana indica que:

La sección viga “T” debe ser construida monóticamente el ala y el alma, o que ambas puedan tener conexión efectiva.

Para la evaluación de una viga “T” se debe conocer cuál es el ancho efectivo de la losa actuando en ella, es por eso que existen los siguientes lineamientos:

- El ancho del alma tiene que ser menor o igual adicionalmente a la distancia libre del alma
- El ancho del alma tiene que ser menor o igual adicionalmente a ocho veces el espesor de la losa para ambos lados del alma.
- EL ancho del alma tiene que ser menor o igual a la cuarta parte de la longitud de la viga

Las vigas que tienen la losa a un lado su, en este caso el ala se comportara como su ancho efectivo, es por eso que tienen los siguientes parámetros:

- El ancho del alma deberá ser menor o igual adicionalmente a seis veces el espesor de la losa
- El ancho del alma adicionalmente la mitad de la distancia libre del ala que continua
- El ancho del alma adicionalmente la doceava parte de la longitud de la viga

En las que solamente se utiliza la sección “T” son aquellas vigas aisladas que tienen un área adicional en compresión, por lo tanto, el ala tiene que tener un espesor que sea igual o mayor a la mitad del ancho del alma, dicho ancho no excederá a cuatro veces el ancho del alma.

Diseño de Las Vigas Tipo “T”

La elaboración del diseño tiene algunas condiciones como por ejemplo conocer las distintas probabilidades de donde se encuentre el eje neutro, de lo mencionado se tiene las siguientes opciones:

Primer caso:

Cuando la ubicación que tiene el eje neutro este dentro de la losa, esto podría tomarse como una viga rectangular de un ancho b , se diseñaría en base a parámetros de vigas de sección rectangular y será analizado el ancho como un bloque comprimido.

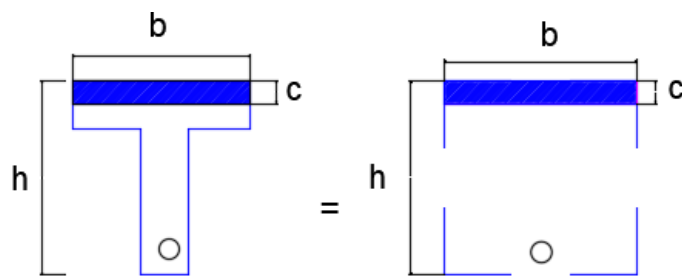


Figura 2: Viga “T”, con un eje neutro dentro del espesor de la losa.

Fuente: Elaboración Propia

Segundo Caso:

Cuando la ubicación que tiene el eje neutro este al límite del espesor de la losa, en este caso seguirá siendo una viga rectangular.

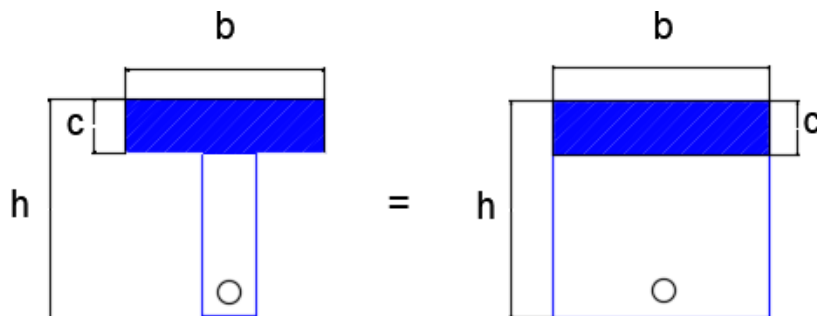


Figura 3: Viga “T”, con un eje neutro dentro del límite del espesor de la losa.

Fuente: Elaboración propia

Tercer Caso:

Cuando la ubicación que tiene el eje neutro está pasando el espesor de la losa, en esta ocasión podemos visualizar en la figura N° 3 que tiene la forma en "T", no obstante, también podría analizarse en dos partes como vigas rectangulares, en la primera imagen se ve como una viga rectangular de ancho b - b_w pero sin alas y su análisis en compresión y la siguiente como unaviga rectangular de ancho b_w .

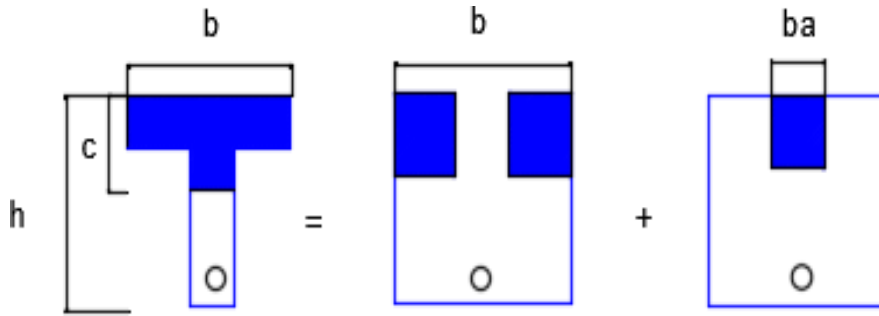


Figura 4: Viga "T", con un eje neutro ha sobrepasado el espesor de la losa.
Fuente: Elaboración propia

Cuarto Caso:

En este caso la compresión se encuentra ubicada en la zona de tracción, y esto indica que su diseño solo será como una viga rectangular b_w .

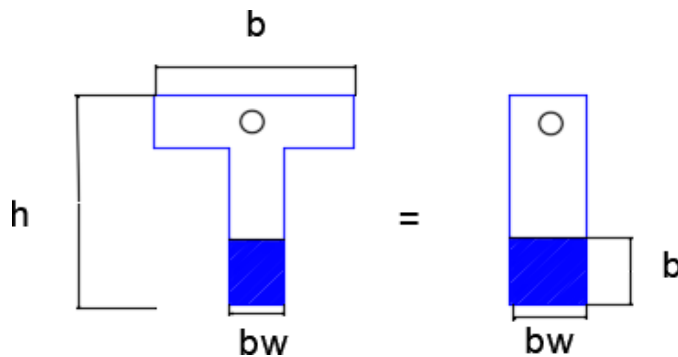


Figura 5: Viga "T", con un eje neutro se encuentra en la parte inferior del espesor de la losa.
Fuente: Elaboración propia

Procedimiento de Diseño

1. Para comenzar con el predimensionamiento tenemos que considerar que el bloque comprimido no ha sobrepasado el espesor de la losa, esto quiere decir que se diseñara como una viga rectangular de ancho b , tomando en cuenta el área de la losa que se va ser incluida y el alma.
2. Hallar el A_s del acero que se necesita para la viga de sección rectangular de un ancho b , se determinara el valor de “ a ” mediante la siguiente expresión:

$$0.85f'c b a = A_s f_y \quad \text{E.c (1.1)}$$

3. Conociendo cuánto es “ a ” no debe ser menor o igual al espesor de la losa, de lo contrario lo que consideramos al principio no estaría cumpliendo esta restricción. Por lo que esto me lleva a diseñarlo como se vio en el tercer caso como una viga rectangular dividiendo la viga en dos partes, y para ello la primera viga se conoce que es un bloque comprimido teniendo un área b_w que es igual a “ a ” y este valor también es igual a “ t ”
4. Para poder obtener el acero en tracción en esta primera viga, donde obtengo un equilibrio en el bloque comprimido se obtiene lo siguiente:

$$A_s f_y = 0.85f'c(b - b_w)a \quad \text{Ec. (1.2)}$$

El momento de resistencia es obtenido mediante lo siguiente:

$$M_u = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{Ec. (1.3)}$$

5. Una vez obtenido el momento resistente y el actuante del primer caso de un ancho $b - b_w$, por la diferencia se conocerá también el momento para la segunda viga, se determinará el acero solicitado en tracción, tomándola como una viga rectangular de ancho b_w , para esto se considerará todo lo propuesto para el diseño de vigas rectangulares, hallando así un área A_s2 que es un viga de ancho b_w .
6. Teniendo ya el A_s1 y A_s2 , estos dos valores se suman, lo que obtengo el área total de la viga de sección tipo “T”

(Blanco, Antonio, 1994, p.15)

Disposiciones Generales de Diseño

Según el reglamento peruano de concreto armado E-060 indica que:

El ancho efectivo de la losa utilizada como ala de una viga T no debe superar la cuarta parte de la luz libre de la viga, y el ancho sobresaliente efectivo del ala a cada lado del alma no debe exceder:

- a) Ocho veces el espesor de losa.
- b) La mitad de la distancia libre a la siguiente alma

Para vigas que tengan losa a un solo lado, el ancho sobresaliente efectivo del ala no debe exceder:

- a) La doceava parte de la luz libre de la viga.
- b) Seis veces el espesor de la losa.
- c) La mitad de la distancia libre a la siguiente alma.

Ductilidad

(Romo, 2008, p.19) Es: Cuando el elemento tiene un buen comportamiento estructural frente a un rango plástico, obteniendo así la capacidad de deformarse sin perder su rigidez.

Concreto

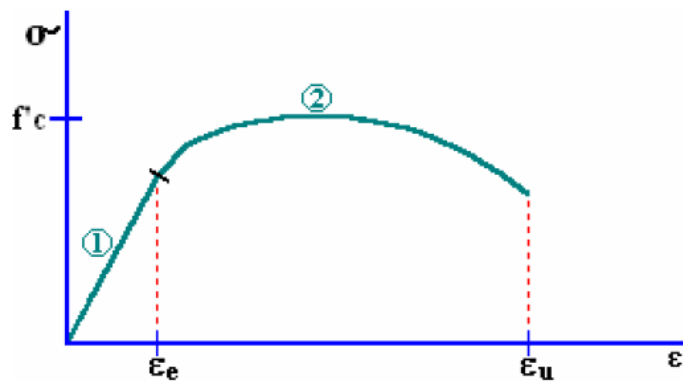


Figura 6: Deformaciones unitarias máximas en rango elástico e inelástico.
Fuente: Romo, 2008

$$Dd = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_e} \quad \text{Ec. (1.4)}$$

Tabla 1: Índice de Ductilidad por deformación

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	INDICE DE DUCTILIDAD POR DEFORMACION
210	4.5-6.0
280	3.5-4.5
350	3.0-3.5
420	2.5-3.0
630	2.0-2.5
840	1.5-2.0

Fuente: Elaboración propia

Acero

La ductilidad por deformación en el acero logra hacer superior al concreto.

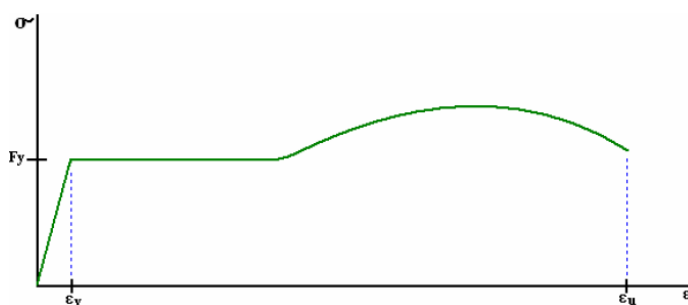


Figura 7: Deformaciones unitarias de fluencia y última.

Fuente: Romo, 2008

$$Dd = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_y} \text{ Ec. (1.5)}$$

Comportamiento estructural de elementos de concreto armado

(Para Medina, 2012) "El comportamiento de secciones de concreto armado responde a las sollicitaciones que transmiten las fuerzas de sismos de una determinada magnitud y que ello ocasiona daños al elemento".

La resistencia que tiene el concreto es considerada a compresión, y no a tracción ya que tiene índices muy bajos de resistencia. Cuando aparecen las primeras grietas el concreto empieza a perder resistencia a tracción y va perdiendo continuidad.

El comportamiento que tiene el acero de refuerzo tiene una resistencia a la tracción, ya que logra tener un comportamiento rígido en la zona plástica.

Tipo de fallas

Es importante saber los tipos de fallas que tienen los elementos estructurales de concreto armado, porque permiten saber si el acero llega antes o después del concreto a su punto de rotura, es por ello que existen tres tipos de fallas:

- **Falla por tensión**

Es cuando el acero empieza a fluir después del punto de fluencia y se logra apreciar la deflexión y las rajaduras que estas presentan, llamadas también secciones sub reforzadas.

- **Falla por compresión**

Es cuando el acero deja de fluir y en paralelo el concreto llega a su punto de rotura, para ello se llama secciones sobre reforzadas. Su resistencia es mayor que la sub reforzada, pero las secciones sobre reforzadas no tienen un comportamiento dúctil, y estas clases de fallas son las que se evitan.

- **Falla balanceada**

Es cuando el concreto consigue la deformación unitaria última que en este caso es de 0.003 seguidamente cuando comienza la fluencia del acero.

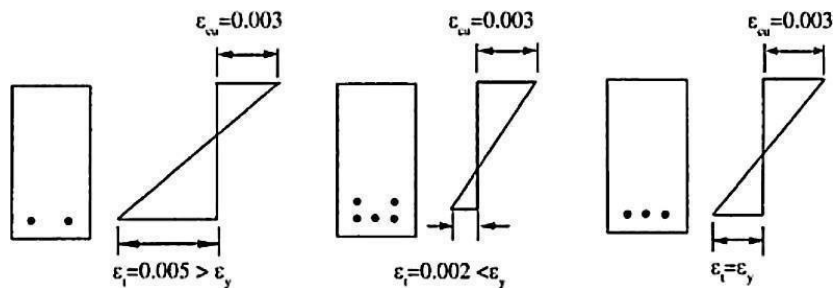


Figura 8: Distribución de las deformaciones para los tres tipos de fallas
Fuente: HAMSEN, T, “Diseño de Estructuras de Concreto Armado”

Parámetros de Diseño

Nilson, A afirma (2001) que:

El eje neutro de una viga tipo T se localiza en el ala o en el alma, según las medidas que tiene la sección transversal, de la cantidad del acero a tensión y según la resistencia que tiene los materiales.

Si la altura que se calcula es hasta el eje neutro es menor que o igual al espesor **hf** de la losa la viga analiza como una viga rectangular de ancho igual a b, el ancho efectivo del ala.

Cuando el eje neutro se encuentra ubicado en el alma, según figura 3, este análisis dado ya no es correcto. Es por ello que tiene que realizarse métodos que se analicen según el estado real de la viga T ubicada en zona de compresión.

Cormac, J. (2011) manifiesta que:

El estudio de las vigas T se realiza en forma similar a las rectangulares ya que las edificaciones que tiene que ver con las deformaciones unitarias en el refuerzo son iguales, es preferible tener valores de $\epsilon_t \geq 0.005$ y no deben ser menos que 0.004, a menos que el miembro esté sujeto a una carga axial $\geq 0.10f'Ag$. Los valores de ϵ_t son casi siempre mayores que 0.005 en viga T debido a sus patines a compresión muy grandes.

Para proceder con el análisis de resistencia de la viga T se realiza lo siguiente:

El reglamento peruano de concreto armado E-060 indica que el Acero mínimo:

$$A_{smin} = \frac{0.8\sqrt{f'c} bw d}{fy} \quad \text{Ec. (1.6)}$$

$$A_{smin} = \frac{14 bw d}{fy} \quad \text{Ec. (1.7)}$$

Para el cálculo de la tensión en la viga se tiene lo siguiente:

$$T = Asfy \quad \text{Ec. (1.8)}$$

Área del bloque comprimido

$$Ac = \frac{T}{0.85' f'c} \quad \text{Ec. (1.9)}$$

Si $Ac < \text{Área del Patí}$

Se analizara como una viga rectangular

Si $A_c > \text{Área del Patín}$

Se analizara como una viga especial tipo T

Distancia “a”

$$a = \frac{Ac}{b} \quad \text{Ec. (1.10)}$$

Distancia “c”

$$c = \frac{a}{\beta_1} \quad \text{E.c (1.11)}$$

Deformación unitaria en Tracción

$$\epsilon_t = \left(\frac{d - c}{c} \right) * 0.003 \quad \text{Ec. (1.12)}$$

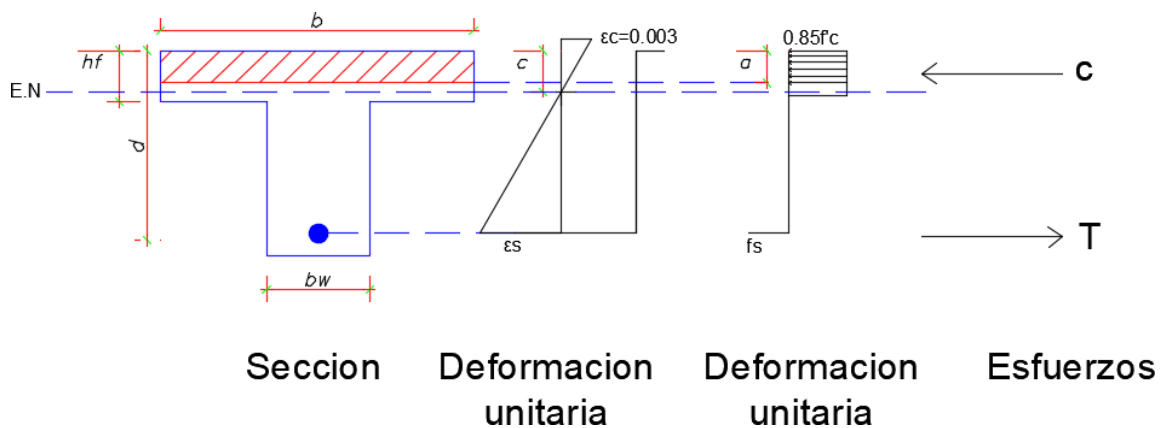


Figura 9: Eje neutro ubicado dentro del patín
Fuente: Elaboración Propia

Comportamiento a flexión

En la etapa número uno, cuando el máximo momento no supere el momento de agrietamiento de la sección, el concreto es resistente a la tracción.

Se le llama momento de agrietamiento al momento que hace que la fibra extrema del

$$\sigma = \frac{Mv}{I} \quad \text{Ec. (1.14)}$$

Si se sabe que:

Para una sección rectangular de base b y altura h se tiene:

$$v = \frac{h}{2} \quad \text{Ec. (1.15)}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad \text{Ec. (1.16)}$$

M_{cr} = Momento de agrietamiento

$$M_{cr} = \frac{\sigma_{max}}{v} = \frac{2\sqrt{f'_c}(1/12bh^3)}{h/12} = \frac{1}{3}bh^3\sqrt{f'_c} \quad \text{Ec. (1.17)}$$

Si aumenta la carga aplicada hasta obtener un momento supere agrietamiento, se muestran sus primeras fisuras, que son contrarrestado por el refuerzo del acero y esto actúa en tracción.

A partir de este momento, se considera que el acero de refuerzo toma el integro de la tracción, y el concreto de la parte opuesta la compresión.

Si se sigue aumentando la carga actuante pueden ocurrir dos posibilidades:

- Que el esfuerzo de acero llegue a su punto de fluencia (f_y) a mientras en el bloque comprimido todavía no se ha alcanzado su máxima capacidad.
- Que el bloque comprimido del concreto llegue a su máxima capacidad mientras el acero de refuerzo en tracción no ha llegado a su fluencia

La posibilidad en a, se llama falla sub-reforzada, mientras la indicada en b, corresponde a la llamada falla sobre-reforzada.

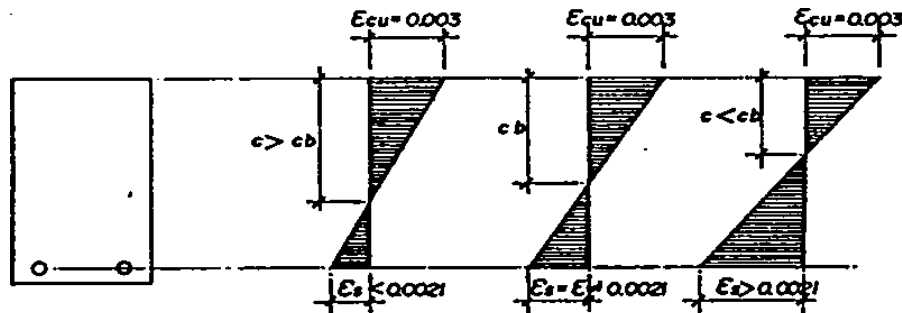
Los elementos sub-reforzados serán los preferidos por el diseñador puesto que aseguran una falla dúctil, donde se formarán deformaciones importantes, pero la parte comprimida no estalle por aplastamiento.

Evitar los elementos sobre-reforzados, ya que ocasionan una falla frágil, esto se ocasiona el aplastamiento del concreto comprimido, puede originar una falla violenta.

Si se conoce que módulo de elasticidad del acero es 2000,000 kg/cm² y que el punto de fluencia para nuestro acero es de 4200 kg/cm², se deduce que la deformación del acero en el momento en que se alcanza la fluencia es de 0.0021. ($\epsilon_s = f_y/E_s$)

Por tanto, al conocer la condición balanceada, la deformación máxima en el concreto y en el acero (0.003 y 0.0021) ayuda a conocer por simple geometría la distancia del eje neutro, hallando una única cuantía de acero que este produzca.

A la cuantía mencionada anteriormente se le denomina balanceada o porcentaje balanceado, y con el objeto de prevenir una falla del tipo frágil los códigos de concreto armado siempre especifican cuantías máximas menores a la condición balanceada.



viga sobrerreforzada viga balanceada viga subreforzada

Figura 10: Comportamiento a Flexión

Fuente: Elaboración propia

La falla a compresión ocurre en forma explosiva y sin aviso; por este motivo es preferible mantener la cantidad de refuerzo suficientemente pequeña para que asegure que, en el caso que el elemento se vea sobre esforzada, este pueda avisar al fallar de manera gradual por fluencia del acero en vez de hacerlo por aplastamiento del concreto. Ello se logra manteniendo la cuantía balanceada de acero $p_b = A_s/bd$ por debajo de determinando valor límite. Este valor conocido como la cuantía balanceada, representa la cantidad de refuerzo necesaria para hacer que la viga falle por aplastamiento del concreto al mismo tiempo que se produce la fluencia del acero. Lo que significa que el eje neutro debe estar localizado de tal manera que el concreto alcance la deformación unitaria a compresión límite ϵ_{cu} para la misma carga a la cual el acero comienza a fluir.

La cuantía balanceada es una propiedad de la sección de la viga y no la cantidad del acero, se debe usar mayor acero que la balanceada. De acuerdo con esto se tiene lo siguiente se obtiene:

$$pb = \frac{As}{bd} \text{ Ec. (1.18)}$$

Secciones Rectangulares:

Ecuaciones para el diseño en flexión

En la sección rectangular sometido a flexión indicada en la Figura 10 se denomina:

d = peralte efectivo del elemento

p = porcentaje del refuerzo de acero

b = ancho del bloque comprimido

(ancho de la sección transversal rectangular)

As = área de acero en tracción

c = profundidad del eje neutro

a = profundidad del bloque comprimido rectangular equivalente

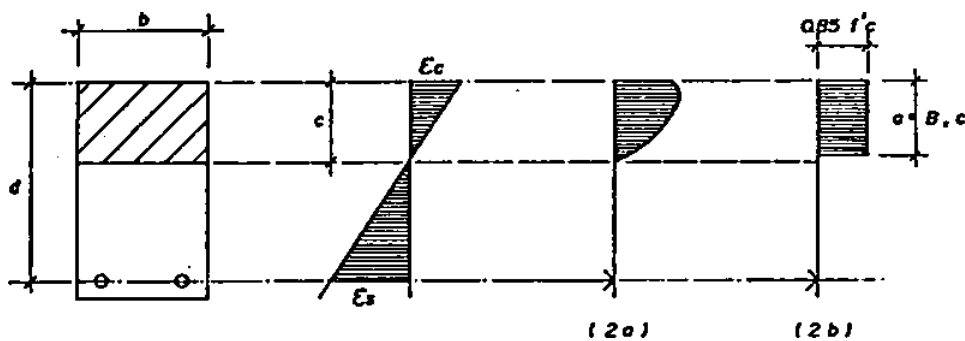


Figura 11: Secciones Rectangulares

Fuente: Elaboración propia

Se define el porcentaje de refuerzo como:

$$p = \frac{As}{bd} \text{ Ec. (1.19)}$$

Por equilibrio en la figura VIII – 3b:

Fuerza de compresión = Fuerza de tracción

$$0.85 f'_c b a = As f_y \text{ Ec. (1.20)}$$

Se obtiene:

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} \text{ Ec. (1.21)}$$

Reemplazando A_s por $(p \text{ } bd)$ se tiene:

$$a = \frac{pd f_y}{0.85 f'_c} \text{ Ec. (1.22)}$$

Tomando momentos en la ubicación de la resultante en tracción (en la ubicación de A_s).

M_u = fuerza de compresión x distancia

$$M_u = (0.85 f'_c b a) (d - a/2) \text{ Ec. (1.23)}$$

Tomando momentos en la ubicación de la resultante en compresión:

$$M_u = (A_s f_y) (d - a/2) \text{ Ec. (1.24)}$$

Reemplazando (1.24) en (1.23) y denominando "W" a $p f_y / f'_c$ se tiene:

$$a = wd / 0.85 \text{ Ec. (1.25)}$$

$$M_u = 0.85 f'_c \frac{bwd}{0.85} \left[d - \frac{wd}{2 \times 0.85} \right] \text{ Ec. (1.25)}$$

$$M_u = f'_c b d^2 w (1 - 0.59w) \text{ Ec. (1.26)}$$

Para diseño se usará el factor $\phi = 0.9$, siendo M_u :

$$M_u = \phi f'_c b d^2 w (1 - 0.59w) \text{ Ec. (1.27)}$$

En base a esta ecuación se podrá diseñar cualquier sección transversal puesto que la única incógnita será w .

Obteniendo w mediante la resolución de una ecuación de segundo grado, se conocerá p o la cuantía de acero de refuerzo, luego el A_s requerido, y la profundidad del bloque comprimido.

Desempeño sísmico

Es el proceder que tiene una determinada estructura frente a un evento sísmico. El diseño por desempeño sísmico permite saber las medidas y detalles que tiene que tener un elemento estructural y no estructural con el fin de que los elementos no sean mayores al estado límite.

Niveles de desempeño

Totalmente operacional

Es un nivel donde no se logra obtener ni un tipo de daño, al contrario, es un nivel donde se obtiene confiabilidad en la estructura y no se realiza ningún tipo de reparaciones.

Operacional

Presentan daños menores, ocasionados por un evento sísmico, aunque presentan un margen de seguridad, los daños ocasionados puede ser un motivo de que la estructura sea ocupada por las personas, esta estructura va tener reparos para su rehabilitación.

Seguridad de vida

Presentan daños moderados, en donde algunos lugares de la estructura presentan daños, las personas tienen que abandonar el lugar ya que requiere que se realice una rehabilitación.

Próximo al colapso

Es cuando la rigidez lateral de una estructura sufre daños y va perdiendo su capacidad y esto hace que la estructura llegue al colapso, aunque las cargas verticales aun sigan en funcionamiento, pero sin embargo no es una condición segura para que sea habitada.

Estado límite de diseño de la sección

- **Agrietamiento**

Es una zona poco significativa en la rigidez de una estructura debido a una baja demanda sísmica.

- **Fluencia**

Es el cambio que tiene el elemento después de la zona de agrietamiento donde nos permite saber la rigidez elástica que va ser utilizada en el análisis de ductilidad del elemento.

- **Desprendimiento**

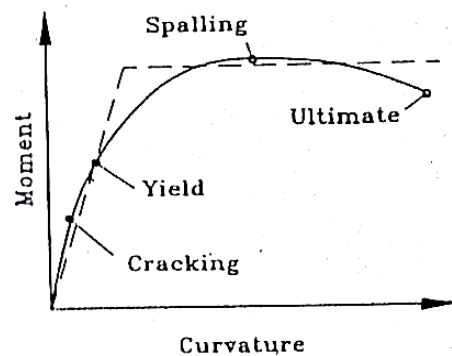
Es cuando empieza a desprenderse el recubrimiento del elemento, es un estado límite de gran importancia.

- **Pandeo**

El origen de este estado con respecto al acero longitudinal de un elemento de concreto armado, es un estado límite de gran importancia.

- **Estado limite último**

Este estado suele ser subjetivo ya que puede ser a consecuencia de una excitación sísmica o una baja resistencia de un elemento estructural.



(a) Sección Limit States

Figura 12: Estado Límite de Diseño de Secciones de Concreto Armado

Fuente: PRIESTLEY “Displacement-Based Seismic Design of Structures”

Análisis Estructural con el programa Etabs V. 2016

El software Etabs V2016 es un programa aplicado para el análisis y diseño estructural, que nos ayuda a modelar diferentes edificaciones (Edificios, viviendas multifamiliares, entre otros), tanto en sistema aporticado y sistema dual. El software Etabs nos da la facilidad de obtener datos importantes en menos tiempo como obtener respuestas sísmicas, desplazamientos en diferentes niveles en una visualización en 2D y 3D en diferentes vistas (lateral, frontal, en planta, etc).



Figura 13: Software Etabs v2016

Recuperado: <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>

Formulación Del Problema

Problema General

¿Cuál es el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T en el mercado el Porvenir, Los Olivos 2019?

Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir Los Olivos 2019?

- ¿Cuánto modifica la forma de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019?
- ¿De qué manera interfiere la cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019?

Justificación del estudio

Poder determinar el comportamiento estructural de mi viga de sección “T”, debido a cargas de gravedad y sismo, mi investigación propone realizar el diseño de estas vigas en mención, y conocer la ductilidad del elemento, ya que en una estructura, la ductilidad, ayuda a conocer la capacidad última de una determinada estructura, ya que es un diseño básico al evaluarse las estructuras bajo cargas de gravedad y eventos sísmico, según los resultados se conoce si el diseño ya establecido cumple con los parámetros de diseño según las norma E- 060 y cuanto varía el acero de refuerzo según el análisis estructural de mi investigación.

Justificación teórica

En esta investigación se determina cómo es el comportamiento estructural debido a fuerzas de sismos sometidas a vigas de concreto armado tipo “T”, y obteniendo los resultados de su ductilidad, es decir la capacidad de deformación del elemento en mención, a través de la norma ACI y la norma E-060.

Justificación práctica

Conocer la ductilidad de la viga tipo “T” sometido a deformaciones sin perder su resistencia, hoy en día la ductilidad tiene una gran importancia debido a que el diseño debe ser sismo-resistente, conociendo sus valores a través a través de su comportamiento a flexión y corte de la viga.

Hipótesis:

Hipótesis general

El comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T es aceptable, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019

Hipótesis específicas

- Al definir los parámetros de diseño de las vigas dúctiles de concreto armado de sección T obtengo un mejor comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019
- La modificación de la forma de sección de las vigas dúctiles de concreto armado tipo T, permite tener un mejor análisis en el comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.
- La cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de sección T interfiere de manera aceptable en el comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.

Objetivos específicos

- Analizar los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.
- Calcular la modificación de la forma de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019.
- Estudiar la cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos en el 2019.

II. MÉTODO

Método: Científico

Según Borja (2012) nos dice que: “El método científico nos ayuda a poder responder a las preguntas de investigación que se generan por diversas situaciones y el impacto que estas tienen en la sociedad” (p. 8).

El presente proyecto está básicamente planteado a un método científico, ya que se identificara un problema y después se absolverá esta problemática con una respuesta en base a la investigación.

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo: Aplicada

Tam, Vera y Oliveros (2008) Nos dicen que la investigación aplicada: “Tiene como finalidad poder establecer un nuevo aporte teniendo los conceptos definidos en una investigación estratégica, para finalmente saber si son útiles y aplicables según los propósitos que se quiere alcanzar”. (p. 27)

Gracias a lo mencionado puedo conceptuar que el tipo de investigación es aplicada, dado que la determinación de la ductilidad en vigas de concreto armado tipo “T” con respecto a una sección determinada tiene un mejor comportamiento estructural en un determinado lugar.

Nivel: Explicativo, descriptivo

Hernandez et al. (2012) manifiesta que:

Los estudios explicativos tienen mayor profundidad en la búsqueda de información con respecto a los fenómenos o conceptos con la finalidad de poder absolver las dudas frente a un fenómeno físico o social, explicando así los detalles de lo ocurrido. (p. 84)

Por lo tanto, la investigación es de nivel explicativo, porque va a describir los procedimientos de cálculos y análisis de un elemento estructural de manera individual y conjunta.

Diseño: No Experimental

Kerlinger (2002), “La investigación no experimental es metódico y práctico, ya que no controla directamente las variables independientes a causa de que ya ha sido manifiesto puesto que no es manipulables, en resumen, es poder observar los fenómenos tal cual para que después sea analizado”. (p. 17).

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo tiene un diseño tipo no experimental, ya que se determinó y analizó el comportamiento estructural de las vigas de sección tipo “T” respecto a un evento sísmico ya conocido.

2.2. Operacionalización de variables

Variable Independiente:

- Ductilidad en vigas de concreto armado

Variable Dependiente:

- Comportamiento estructural.

Ductilidad en Vigas de Concreto Armado

(Para Romo, 2008) Se entiende por Ductilidad cuan capaz es el elemento de poder sufrir deformaciones en un rango no lineal e incluso teniendo incrementos de cargas sin perder su resistencia.

Comportamiento Estructural

(Para Medina, 2012)” El comportamiento de secciones de concreto armado responde a las sollicitaciones que transmiten las fuerzas de sismos de una determinada magnitud y que ello ocasiona daños al elemento”.

La resistencia que tiene el concreto es considerada a compresión, y no a tracción ya que tiene índices muy bajos de resistencia. Cuando aparecen las primeras grietas el concreto empieza a perder resistencia a tracción y va perdiendo continuidad.

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

(Hernández, 2008, p.174). “Se define como un grupo que lo conforman personas, objetos, o un todo que tiene características comunes en un determinado lugar.

La población está compuesta por vigas de concreto armado de sección T, ubicado en el (Av. Central Mz R Lotes 01 al 12 Urbanización San Elías)

Muestra

La muestra está compuesta por un edificio de vigas de concreto armado de sección tipo “T”, ubicado (Av. Central Mz R Lotes 01 al 12 Urbanización San Elías)

Muestreo

Según (Ñaupas, 2014, pag 253)

Según (López, 2004, p.1) “El muestreo es el método o conjunto de reglas empleados para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población estudiada”.

En el presente trabajo es de tipo no probabilístico, pues la elección del modelo no consiste de la probabilidad, si no de los fundamentos similares con la singularidad del proyecto.

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

Técnica: Observación Directa

Según (Gomez, 2012, pag. 61) El investigador se dirige a campo, observa y recolecta información de sus variables, esto se puede subdividir en dos comportamientos y estos son: en la observación, es dónde el profesional encuentra la población donde se realiza el proyecto y la observación no participante, es cuando un investigador hace un trabajo u observación sin tener ninguna relación en la población donde se lleva a cabo el estudio.

Para la realización del presente trabajo, se utiliza la técnica llamada observación directa, pues se fue a campo hacer un recorrido de la edificación, para tener conocimiento como se encuentra sus estructuras, y obteniendo también toda la información necesaria para el estudio del mismo luego se realizó los cálculos según lo indica la norma E-030 y a través de los resultados obtenidos en los cálculos se procedió analizarlos en el software ETABS. V2016.

Instrumento: Ficha de recolección de datos

Para (Baptista, Fernandez & Hernandez, 2014, pags. 198-200) desarrolla un plan específico el que nos conduzca a encontrar información para después ser analizado, la recopilación de información representa las variables que tenemos en mente.

Validez

Según (Corral, 2009, p.230). “Al instante de calcular cuánto es la validez, se necesita conocer detalladamente rasgos o características se quiere estudiar. A este rasgo o característica se le denomina variable criterio”.

La validez es poder conocer las variables en estudio, y que estas tengan un grado de confiabilidad, ya que si se hace una medición de manera correcta utilizando las herramientas y técnicas necesarias. Esta validez no abrirá un panorama de posibilidades que dan respuesta a las preguntas en esta investigación.

Tabla 2: Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable 1	1	1	1	1
Variable 2	0.95	1	1	0.98
Índice de Validez				0.99

Fuente: (Mejía, 2005)

Su validez es de 0.99, es un rango de una magnitud aceptable, siendo estos evaluados por profesionales especialistas al tema de investigación.

Confiabilidad

Para la confiabilidad es necesario e importante determinar si las técnicas empleadas tengan un grado de confiabilidad para poder usarlo como medición. En la presente investigación muestra una magnitud muy alta siendo esta de 0.99, como se puede visualizar en la siguiente figura.

Tabla 3: Rangos y Magnitud de Validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderado
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Ruiz, 2005, pág. 12)

2.5. Procedimientos

El proyecto presenta una memoria de cálculo para el ingreso de datos al software, donde se realiza el modelamiento de las vigas con sección tipo “T” de manera individual y conjunta de una infraestructura de mercado de abastos, donde se determinará su comportamiento estructural, siendo esta un elemento dúctil o frágil.

2.6. Métodos De Análisis De Datos

Este estudio es de análisis correlacional, ya que tiene diferentes diagramas para poder demostrar cada resultado, como por ejemplo diagrama de momento curvatura, la curva capacidad y curva de fragilidad.

2.7 Aspectos Éticos

Para obtener los objetivos establecidos en la presente investigación, el investigador está obligado a respetar los datos tomados de los reglamentos que ayudaran para el desenlace del estudio y se respetara los resultados en los estudios a realizar

III. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio:

El presente estudio es un proyecto que ya está ejecutado y tiene 20 años de vida, y está proyectada para tener 3 niveles el uso de esta edificación, tanto el primero como el segundo es de un mercado de abasto, y el tercer nivel de estacionamiento que tiene un área de terreno 1463m².

Ubicación

Distrito: Los Olivos (Av. Central Mz R Lotes 01 al 12 Urbanización San Elías)

Provincia: Lima

Departamento: Lima

Características

Las Delimitaciones del proyecto establecen ciertos límites:

- Por el frente, con Av. Central, con 38.09 metros lineales.
- Por la derecha, con el Parque N°3, con 44.40 metros lineales.
- Por la izquierda, con la Calle 4, con 41.80 metros lineales.
- Por el fondo, con el Pasaje N°16, con 35.00 metros lineales.

Trabajos Previos

Trabajos de Campo

En el presente estudio se realizó una visita a campo para la verificación del estado de las estructuras y la solicitud de los planos del proyecto ya ejecutado.

- a) **Revisión de las estructuras en el interior de la edificación:** Se buscó lugares accesibles dentro del mercado para la toma fotográfica de su estado, como vemos en la siguiente imagen, tenemos el encuentro de una viga principal de 0.25x 0.5m y una columna de 0.25 x 0.50 x 3.3m de altura, no se encontró fisura en estos elementos, pero si se encontró un pequeño fisuramiento en el aligerado.

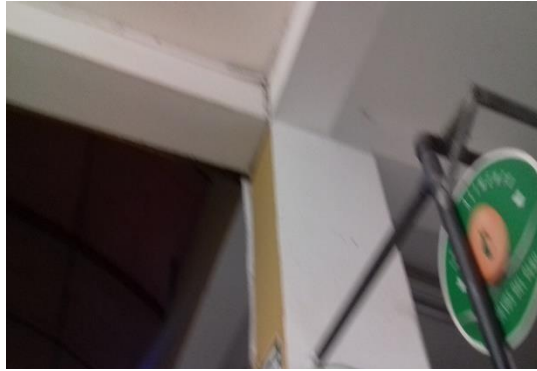


Figura 14: Encuentro de viga y columna
Fuente: Elaboración Propia

Fisurado en el
techo



Figura 15: Techo del primer nivel
Fuente: Elaboración Propia

SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la figura 16 se presenta el mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú



Figura 16: Distribución de Zonas de Sismo
Fuente: NTP E-030

Tabla 4: Parámetros Sísmicos a utilizarse

FACTOR DE ZONA: (ZONA 4)	Z=0.45
FACTOR DE SUELO (S1 SUELO MUY RIGIDO)	S=1.00
PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO	T _p =0.4
FACTOR DE USO	U= 1.00

Fuente: NTP E-030

Trabajos de Laboratorio

Los ensayos se efectuaron siguiendo las normas American Society for testing and Materials (ASTM) y fueron los siguientes:

Ensayos Estándar

- Análisis granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite líquido ASTM D-4318.
- Límite plástico ASTM D-4318

Ensayos Especiales

- Corte directo ASTM D-3080

Norma técnica de cimentación

El ensayo se muestra en el anexo 10 (Ensayo de corte directo)

Determinación de sulfatos en suelos y aguas subterráneas ASTM D-516, NTP 339,178.

Tabla 5: Calicatas de zona de estudio

Calicata	Profundidad	Cantidad de muestra
C-1	3.00 m	1.00
C-2	4.5 m	1.00

Fuente: (propia, 2019)

Norma técnica de cimentación E-050

ASTM D-3080-90 Ensayo de corte directo. La resistencia de corte de una masa de suelo en la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de el. El estudio de la resistencia al corte es necesario para

analizar los problemas de estabilidad, capacidad de carga, estabilidad de taludes, presión lateral sobre estructuras de retención de tierras, etc. Estas características geotécnicas determinar los tipos de suelo ante el estudio deseado. Los resultados de certificación de muestra se encuentran en el Anexo 4.6

De la mecánica de suelos

El suelo presenta 1 estratos:

Grava mal graduada (GP)

Tabla 6: Clasificación de Suelos

Calicata	C-1	C-2
PROFUNDIDAD	M-1	M-2
RETENIDO TN°	85.9	4.5
PASA T N° 200	2.3	2.2
LL	NP	NP
LP	NP	NP
IP	NP	NP
SUCS	GP	GP

Fuente: (propio, 2019)

Los ensayos realizados en el laboratorio se pueden visualizar en el Anexo 8 (Ensayo de granulometría).

Análisis

OE1: Analizar los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural.

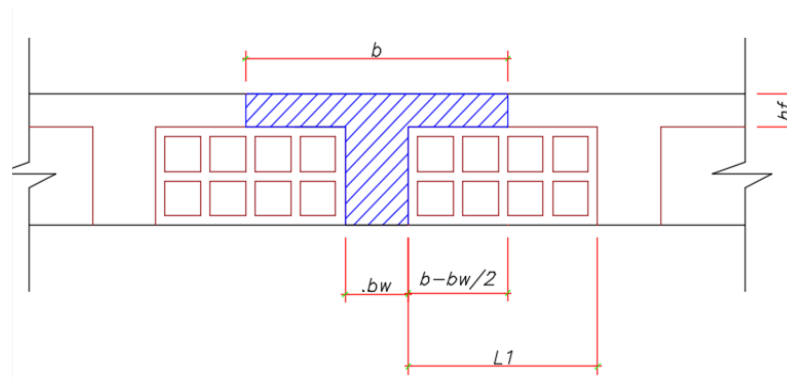


Figura 17: Diseño de viga de sección "T"

Fuente: (Propia, 2019)

Dónde:

- b** = Ancho Efectivo (Patín)
- bw** = Ancho del alma
- hf** = Altura de Patín
- b-bw/2** = Ancho efectivo del ala

Disposiciones generales según norma E-060:

- 1) $b \leq L/4$
- 2) $b-bw/2 \leq 8 hf$
- 3) $b-bw/2 \leq L/2$

GEOMETRIA DEL ELEMENTO

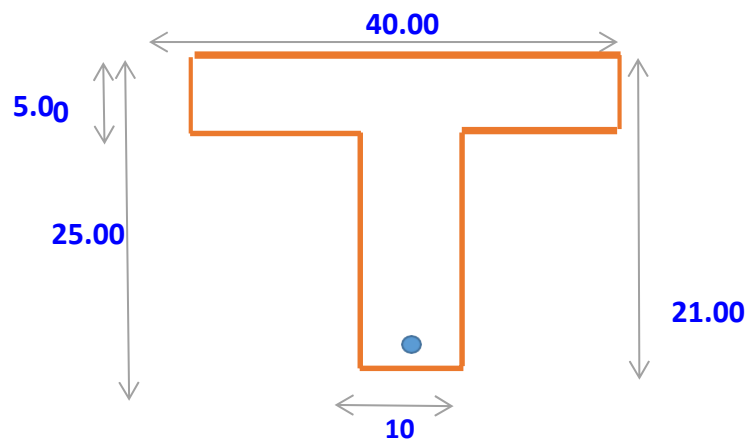


Figura 18: Predimensionamiento de la Viga “T”
Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 7: Predimensionamiento de la viga

Ancho (cm)	40.00
Altura (cm)	25.00
Altura (cm)	10.00
Altura (cm)	5.00
Recubrimiento	4.00
d (cm)	21.00
Luz de viga (cm)	510.00
L1 (cm)	30.00

Fuente: (Propia, 2019)

a) Revisión del Ancho Efectivo

$b \leq L/4$	→	$40 \leq 127.5$	ok
$b-bw/2 \leq 8 hf$	→	$15 \leq 40$	ok
$b-bw/2 \leq L1/2$	→	$15 \leq 15$	ok

b) Comprobación del Acero Mínimo

En la Ec. (1.6) y (1.7) del capítulo I se tiene lo siguiente:

Asmin=	0.57 cm2
Asmin=	0.7 cm2

Por lo tanto, el acero mínimo es:

Asmin=	0.7 cm2
--------	---------

c) Cálculo de la tensión (T)

En la Ec. (1.8) se tiene:

T=	2940.00 Kg
----	------------

OE2: Calcular el comportamiento estructural por modificación de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T.

Determinación del Área Comprimida

De la Ec. (1.9) es igual a:

Ac=	16.47 cm2
Area del Patin=	200 cm2

$$Ac < \text{Área del Patín}$$

Por lo tanto, el análisis de la viga será de una sección rectangular.

Hallando "a"

De la Ec. (1.10)

a=	0.41 cm
----	---------

Hallando "c"

De la Ec. (1.11)

$$c = 0.48 \text{ cm}$$

Hallando la deformación unitaria en tracción.

$$\epsilon_t = 0.12$$

0.12 → La sección es dúctil

Cuantía

Cuantía del Acero

$$\rho = 0.0008$$

Cuantía Balanceada

$$\rho_b = 0.0213$$

Cuantía máxima

$$\rho_{max} = 0.0159$$

Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = 0.0024$$

Comportamiento a flexión

Momento de agrietamiento

$$M_{cr} = \frac{\sigma_{max} * I}{v}$$

$$v = \frac{h}{2}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

dónde:

σ = Esfuerzo máximo resistente

I = Inercia

V = Cortante

$$V = 12.5$$

$$I = 52083.33$$

$$\sigma_{\max} = 28.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{cr} = 124916 \text{ kg.cm}$$

ANÁLISIS DE VIGA T

Del proyecto se tomó los tramos más críticos.

EJE C-D, TRAMO 1-9

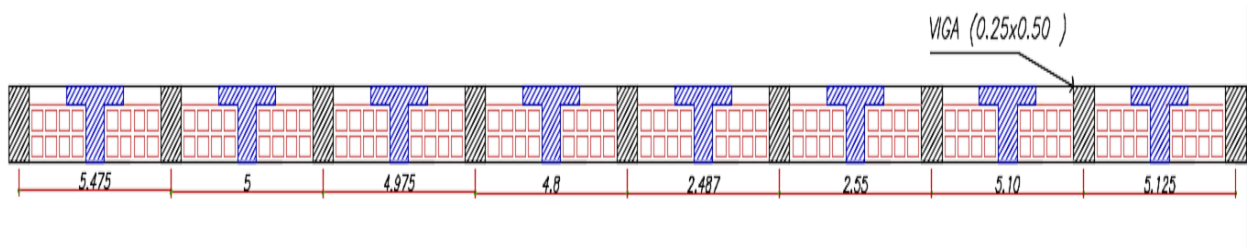


Figura 19: Análisis de la viga T en el eje C-D, Tramo 1-9

Fuente: (Propia, 2019)

Metrado de cargas

Carga muerta

Peso Propio = 350 Kg/m²

Piso Terminado = 100 kg/m²

Tabiquería = 100 kg/m²

550 Kg/m²

Carga viva

Sobrecarga = 500 Kg/m²

Cargas ultimas

W_{cm} = 770 kg/m²

W_{cv} = 850 kg/m²

Cargas ultimas por vigueta

Wcm	=	308 kg/m
Wcv	=	340 kg/m

Modelamiento en el Programa Etabs

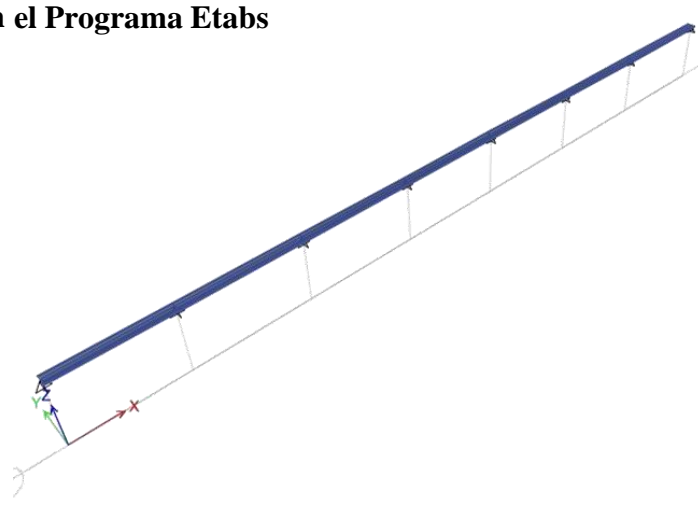


Figura 20: Modelamiento de la viga continúa
Fuente: (Propia, 2019)

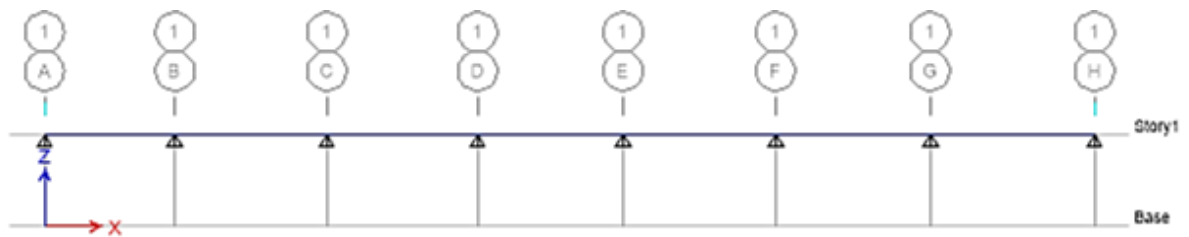


Figura 21: Vista de perfil
Fuente: Elaboración Propia

Comportamiento a Flexión de la Viga

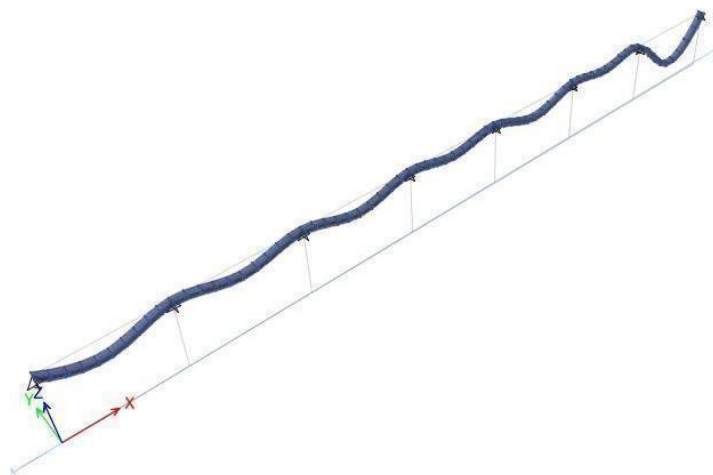


Figura 22: Comportamiento a Flexión de la viga en 3D
Fuente: (Propia, 2019)

En el diagrama de momento flector se aprecia en el eje G-H es el Momento Máximo, ello quiere decir que habrá mayor acero de refuerzo.

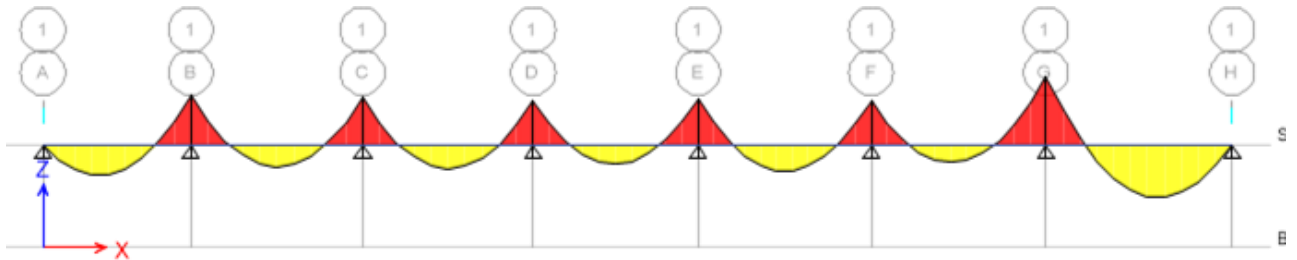


Figura 23: Diagrama de momento flector
Fuente: (Propia, 2019)

Deformación de la Viga en los tramos establecidos

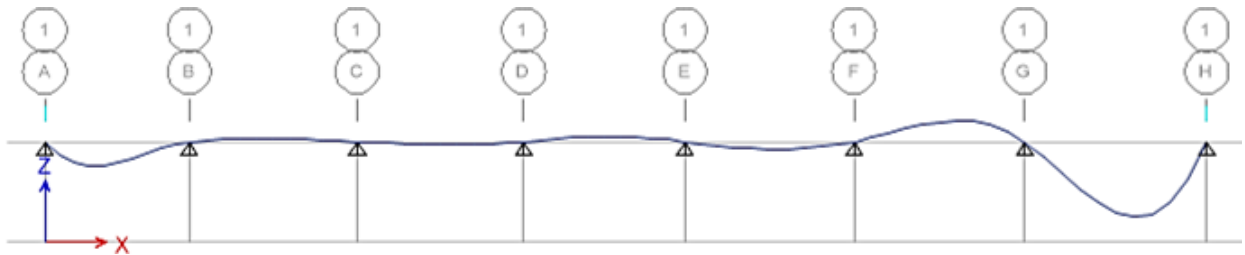


Figura 24: Deformación de la Viga.
Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 8: Refuerzo flexionante para eje mayor

Refuerzo de Flexión para el Momento del Eje Mayor, M_3						
	End - I Área de barras de refuerzo cm ²	End - I Barra de Refuerzo %	Medio Área de barras de refuerzo cm ²	Medio Barra de Refuerzo %	End - J Área de barras de refuerzo cm ²	End - J Barra de Refuerzo %
Parte Superior (+2 Ejes)	0.7	0.18	0.7	0.18	2.36	0.59
Larva del Moscardón (+2 Ejes)	1.1	0.27	1.43	0.36	1.04	0.26

Fuente: Software Etabs 2016

Análisis por Corte

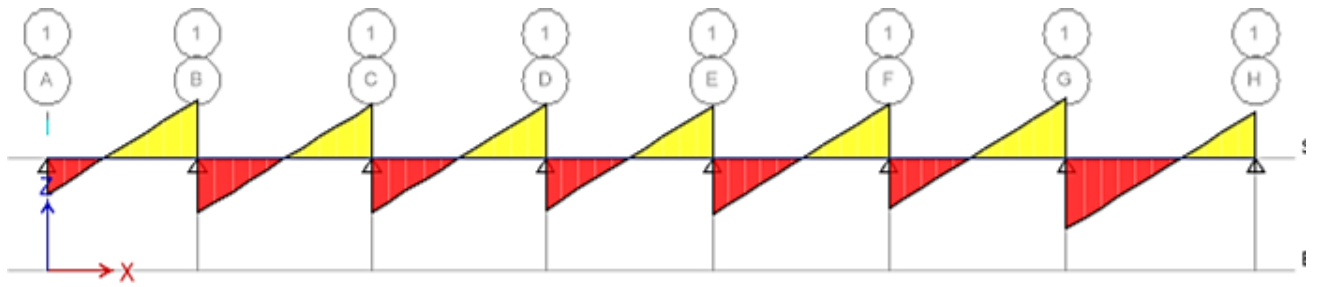


Figura 25: Análisis por corte
Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 9: Refuerzo de cortante máximo

Refuerzo de corte para corte mayor 2		
End - I Barra de Refuerzo Av/S cm ² /cm	Medio Barra de Refuerzo Av/S cm ² /cm	End - J Barra de Refuerzo Av/S cm ² /cm
0.0002	0	0.0116

Fuente: Software Etabs 2016

Tabla 10: Diseño de esfuerzo del cortante máximo

Diseño de fuerza de corte para corte mayor 2					
End - I Diseño Vu kgf	End - I Estacion Loc cm	Medio Diseño Vu kgf	Medio Estacion Loc cm	End - J Diseño Vu kgf	End - J Estacion Loc cm
1226.23	0	91.35	287.6	1983.39	431.4
CARGA ULTIMA		CARGA ULTIMA		CARGA ULTIMA	

Fuente: Software Etabs 2016

A continuación, el área del acero para cada tramo, como se apreció en el diagrama de momento flector, el momento máximo se encontraba en el eje G-H, en esta imagen se aprecia que tenemos mayor área de acero en este tramo.

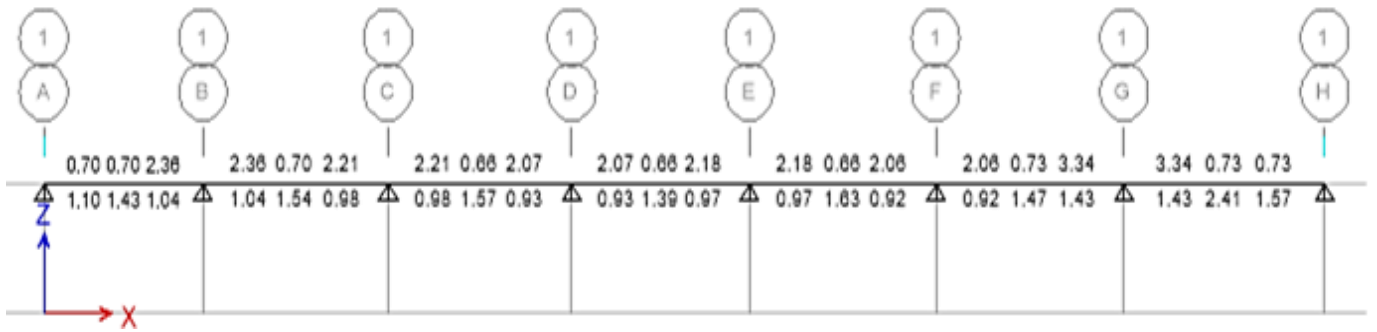


Figura 26: Diagrama de Momento Flector, Momento Máximo eje G-H
Fuente: (Propia, 2019)

Tabla 11: Refuerzo Flexural Por Momento.

Refuerzo flexural por momento, M_3				
	Varilla de Refuerzo Requerida cm^2	Mas Barra de refuerzo de Momento cm^2	Menos Barra de refuerzo de Momento cm^2	Barra de refuerzo Minima cm^2
Parte Superior (+2 Ejes)	2.36	0	2.36	0.7
Fondo (-2 Ejes)	1.04	1.04	0	0.7

Fuente: Software Etabs 2016

Tabla 12: Requerimiento de acero para momentos positivos y negativos

Momentos de Diseño, M_3	
Diseñar Mas Momento $kgf - cm$	Diseñar Menos Momento $kgf - cm$
81660.21	-163320.43

Fuente: Software Etabs 2016

Resultados

OE1: Analizar los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural.

Tabla 13: Verificación de parámetros de diseño

Parametro de Diseño	Resultados	Cumple
$b \leq L/4$	$40 \leq 127.5$	Si
$b - bw/2 \leq 8 hf$	$15 \leq 40$	Si
$b - bw/2 \leq L1/2$	$15 \leq 15$	Si

Fuente: NTP E-060

Tabla 14: Parámetros de diseño

Ancho (cm)	40.00
Altura (cm)	25.00
Altura (cm)	10.00
Altura (cm)	5.00
Recubrimiento	4.00
d (cm)	21.00
Luz de viga (cm)	510.00
L1 (cm)	30.00

Fuente: (Propia, 2019)

Interpretación: Según los cálculos se verifico si la viga con sus dimensiones establecidas por el proyectista cumplía la norma técnica peruana E-060, y en efecto cumple los parámetros de diseño con respecto a su mayor luz correspondiente a sus vigas principales.

OE2: Calcular la modificación de la forma de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural.

Tabla 15: Forma de Sección

Tensión =	2490 Kg
$f'_c =$	210 kg/cm ²
Area del Patin=	200 cm ²
Area Comprimida=	16.47 cm ²

Fuente: (Propia, 2019)

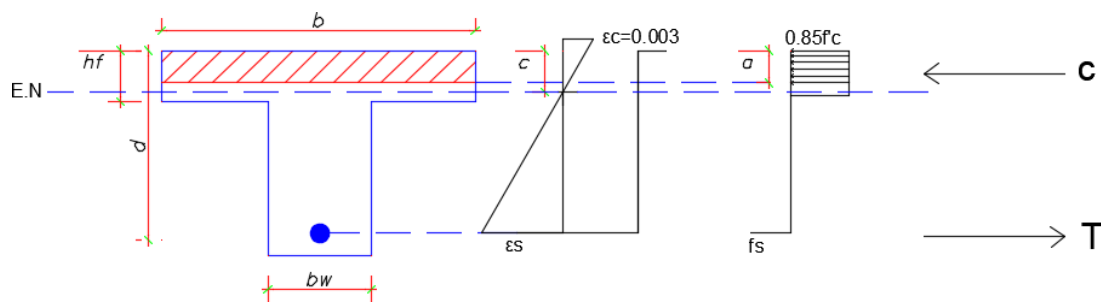


Figura 27: Ubicación del eje neutro dentro del patín de la viga

Fuente: (Propia, 2019)

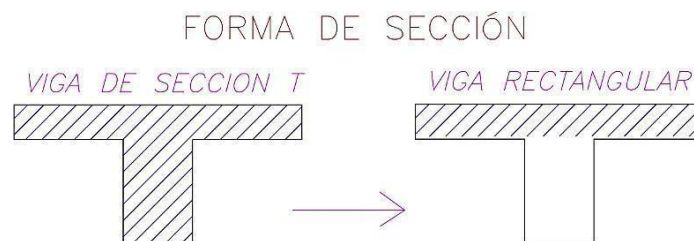


Figura 28: Análisis de viga rectangular

Fuente: (Propia, 2019)

Interpretación: Con la ubicación del eje neutro, el análisis de la viga es de una rectangular, porque el área comprimida "a" tiene un valor de 16.47 cm², y el área del patín (b x hf) es igual a 200 cm² siendo "a" menor, por lo tanto, según lo calculado, la base de la viga ya no será de 10 cm sino de 40 cm.

OE3: Calcular la cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural.

Tabla 16: Cuantía máxima y mínima del acero

f'c	k	p	pb	pmax	pmin	0.75 pb
210	0.85	0.008	0.0213	0.0159	0.0024	0.0159

Fuente: (Propia, 2019)

Interpretación:

Según la NTP E-030

Indica que si la cuantía balanceada " 0.75pb" es mayor que la cuantía del acero, el elemento estructural asegura una falla dúctil.

OG: Determinar el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.

Tabla 17: Momento máximo y mínimo de la viga

Momento maximo (kgf-cm)	Momento minimo (kgf-cm)	Acero positivo de refuerzo (cm2)	Acero negativo de refuerzo (cm2)
81660.21	163320.43	2.36	1.04

Fuente: (Propia, 2019)

EJE C-D, TRAMO 1-9

De la figura 19 se tiene lo siguiente:

Tramo A-B

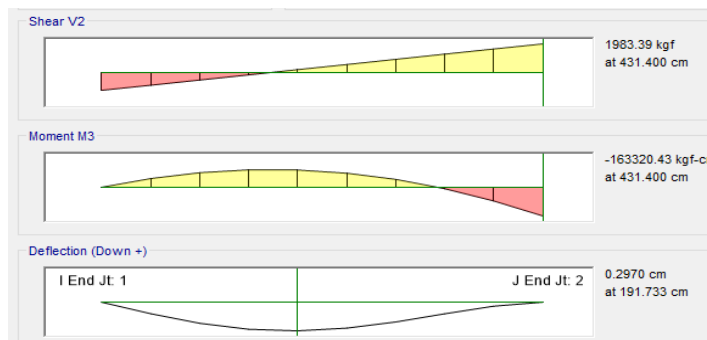


Figura: 29 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo A-B

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo B-C

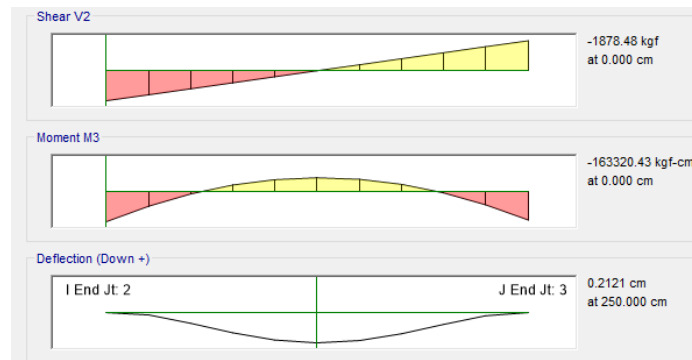


Figura: 30 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo B-C

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo C-D

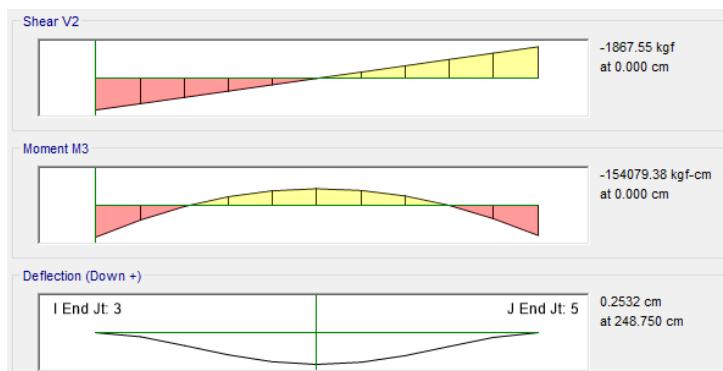


Figura: 31 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo C-D

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo D-E

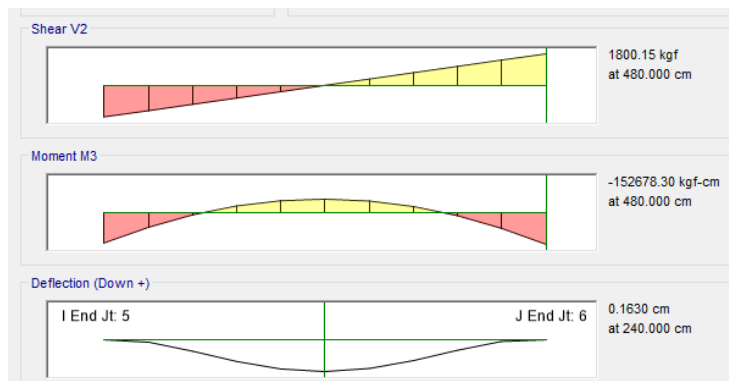


Figura: 32 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo D-E

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo E-F

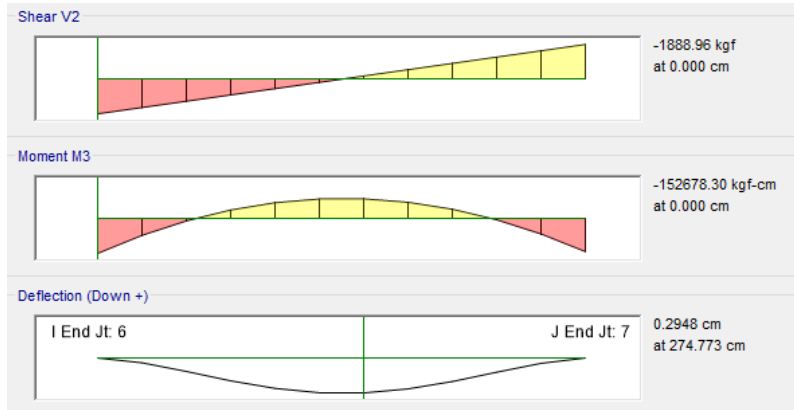


Figura: 33 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo E-F

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo F-G

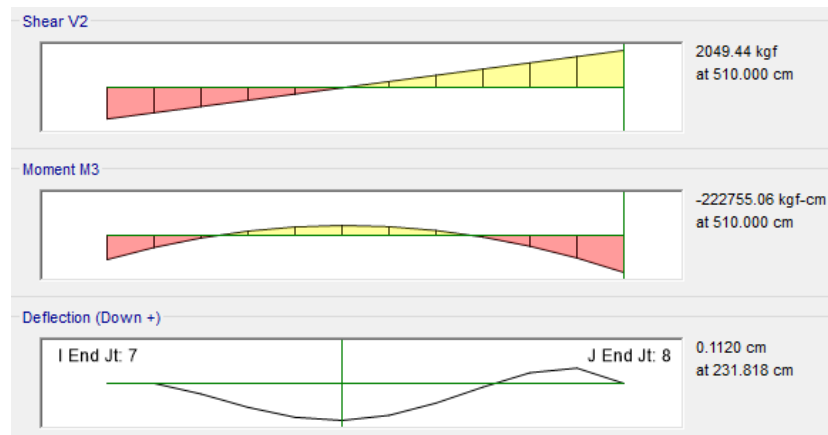


Figura: 34 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo F-G

Fuente: Software Etabs 2016

Tramo G-H

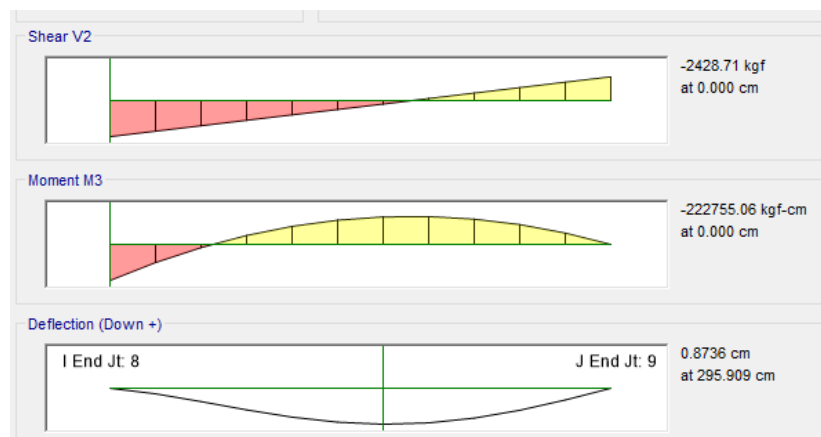
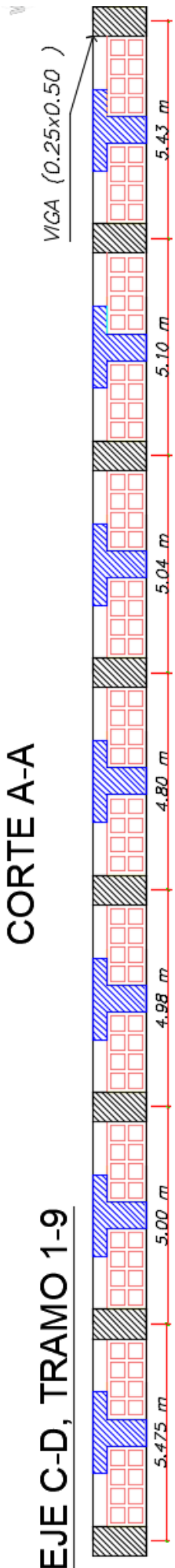


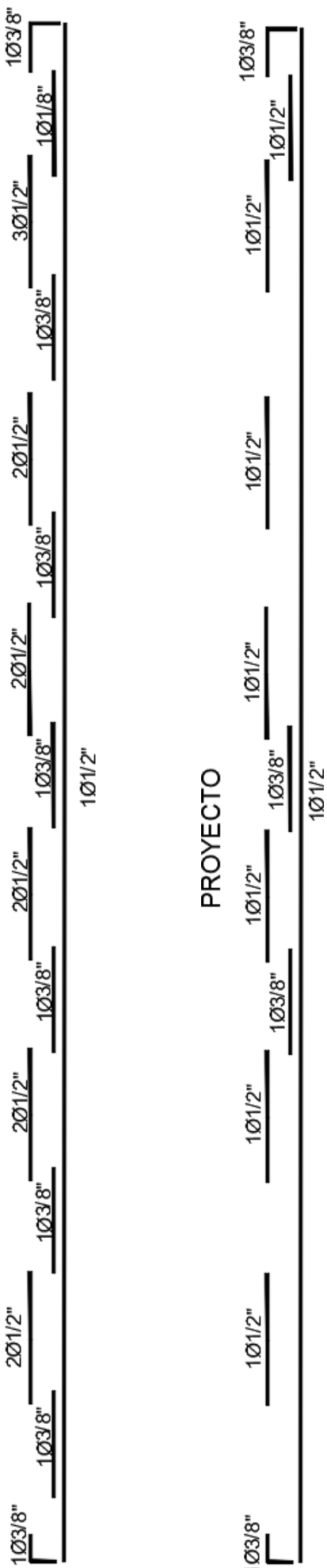
Figura: 35 Diagrama de fuerza cortante y momento flector tramo G-H

Fuente: Software Etabs 2016

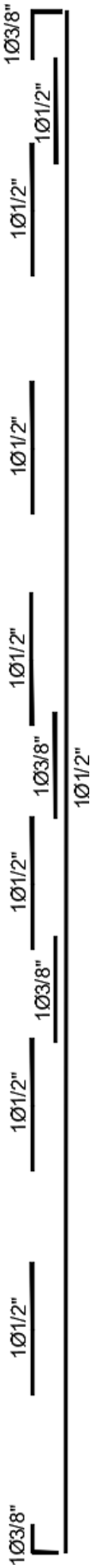


ACERO EN PLANTA

NUEVO ANALISIS



PROYECTO



Interpretación: El análisis que se realizó en la viga continua del eje C-D, tramo 1-9, fue seleccionado por su mayor luz, se determinó el acero que va requerir la viga para que su comportamiento sea dúctil, y soporte los momentos establecidos en la tabla 17. Como se muestra en cada tramo su diagrama de momento flector y fuerza cortante, en el análisis el programa nos brinda resultados de la distribución del acero, que tiene diferencias, ya que no colocan acero de refuerzo en el proyecto que ya sido ejecutado, tramo en donde se encontró leves fisuras en la visita a campo, es por ello que se eligió analizar este sector de la infraestructura. La viga tiene un momento máximo negativo de -222755.06 kgf-cm y teniendo una deformación a una distancia de 0.8736 cm del punto de inicio a 295.909 cm al punto final.

IV. DISCUSIÓN

1: Al analizar los parámetros de diseño se determina el acero mínimo para la viga T como elemento individual obteniendo como resultado el acero mínimo $A_s=0.71\text{cm}^2$ según norma E-060, se obtuvo el eje neutro dentro del patín, obteniendo un área comprimida de 16.47 cm^2 y una tensión de 2940 kg.

Según (Cáceres 2016), indica que, en la sección de momento negativo al tenerse en la zona superior y la compresión en la inferior, el diseño deberá considerar una viga rectangular

2: Para determinar la forma de sección de la viga, el área comprimida se encontraba dentro del área del patín, eso significa que el análisis general de la vigas de una sección rectangular, por lo tanto se analizó con los mismos procedimiento de diseño para vigas rectangulares, una vez ubicado el eje neutro se halló la deformación unitaria en tracción, se obtuvo resultado de la ductilidad de la viga después se determinó la ubicación del eje neutro de la sección $\epsilon_t= 0.12$, superando el 0.005 por lo tanto estamos hablando de un sección dúctil ello quiere decir que mi deformación unitaria sale mayor que mi área del patín.

Al respecto según (Vargas 2015) menciona que:

Independientemente al problema de como plantear las ecuaciones para el diseño de una viga T, se debe primero cuantificar cuál es el ancho de losa contribuyente en compresión para la viga, ya que, a partir de ese valor definido, se podrá desarrollar las ecuaciones de equilibrio y de diseño.

Como podemos corroborar por lo mencionado anteriormente, necesitamos conocer la ubicación del eje neutro para conocer cómo se analizará la viga si es en forma rectangular o tipo T

3: La cuantía en el acero tiene un valor de 0.008 siendo esta menor al 0.75 pb, con ello se comprueba que el elemento estructural soporta una falla dúctil, el acero no tiene que sobre pasar el 0.75pb, eso significa que tendría una falla frágil, con ello el concreto no podría llegar a su esfuerzo máximo en tracción cuando el acero recién empieza a tener un comportamiento de fluencia.

Según Holguin y Placencia afirma que:

Cuando la rigidez de la viga tiene un comportamiento a flexión, la cuantía de acero

longitudinal aumenta.

4: El proyecto no considero acero de refuerzo en la viga, y según el análisis que se realizó, este si necesita, para que cumpla con las solicitaciones de la estructura, al no tener acero de refuerzo requerido según el análisis, el elemento ante un evento sismo podría fallar por aplastamiento, es cuando el concreto llegaría antesa su esfuerzo a tracción máxima, que el acero cuando empieza a fluir.

Según Carranza indica que:

Al colocar los materiales requeridos ante solicitaciones de una edificación, este es necesario tener un buen control de calidad ya que ello influye en su comportamiento estructural, en este caso el acero debió colocarse de acuerdo al análisis, porque más adelante perjudicaría al elemento estructural, al no alcanzar su máximo esfuerzo.

y pueda tener un comportamiento dúctil, es decir que esté preparado para que pueda tener grandes deformaciones. En el proyecto ya ejecutado, no colocaron acero de refuerzo en los tramos A-B, B-C, D-E, en el análisis si se coloca varilla de $3/8''$ y en el tramo G-H en el acero negativo se coloca 3 varillas de $1/2''$, a diferencia del proyecto que solo tiene 1 varilla de $1/2''$.

V. CONCLUSIONES

1: Se concluye que al realizar el predimensionamiento se respetó los lineamientos establecidos por la norma técnica peruana E-060 de concreto armado. EL análisis se realizó de manera independiente en la viga T, se determinó que el eje neutro se encuentra dentro del patín, con un área comprimida de 16.47 cm^2 , ya que al multiplicar el ancho efectivo b_w y la altura del patín h_f tiene un área de 200 cm^2 siendo este valor mayor al área comprimida por lo tanto, se procedió a analizarlo como viga rectangular, si omitimos este análisis, y solo lo analizamos como una T, estamos hablando de un caso especial que tendría que ser evaluada en partes, las alas de la viga y luego el alma.

2: El acero mínimo es de $A_s=0.17 \text{ cm}^2$, al hacer el análisis como vigas continuas, se tomó el tramo más crítico de la losa aligerada. Donde se encontró variaciones de acero, el programa me indica que tenía refuerzo en la vigueta, y se hizo la comparación con lo ejecutado, y no considero varillas de refuerzo, con respecto a su cuantía el acero puede determinarse en base a las condiciones de que en la falla balanceada la deformación en el acero sea exactamente igual que la deformación del concreto (0.003), cuando el acero alcanza la fluencia al mismo tiempo que el concreto alcanza la deformación de la fibra externa de 0.003 entonces, $E_s=f_y/E_s=E_y$.

3: El momento de inercia de la viga es de 124923 kg-cm , momento en donde el concreto tiene su máximo esfuerzo a tracción, y es donde empieza a fluir el acero, cuando el concreto llega a su estado de elástico fisurado, pasamos a otra etapa que es el estado plástico, y el acero empieza a comportarse el acero de refuerzo.

4: Al determinar el comportamiento estructural de la viga continua, se obtuvieron los valores del acero, siendo su momento máximo de 81660.21 kgf.cm y momento mínimo de 163320.43 kgf.cm , obteniendo el diagrama de fuerza cortante y momento máximo se establecieron los aceros requeridos para esta viga, que tuvo variaciones en la colocación del acero con el proyecto ya ejecutado. La viga en el tramo más crítico obtuvo su deformación a una distancia de 0.8736 cm del punto de inicio a 295.909 cm al punto final.

VI. RECOMENDACIONES

1: Cuando se realiza el predimensionamiento de la viga, se necesita verificar que el diseño cumpla con las normas establecida en la NTP E-030, y luego proceder con el diseño correspondiente.

2: Antes de analizar la viga de secciones T, es necesario conocer en primer lugar por donde pasa el eje neutro, ya que, si se encuentra dentro del patín, solo se analizaría como una viga rectangular utilizando los procedimientos de análisis del mismo, pero si el eje neutro se encuentra en el alma, entonces es un análisis especial, ya que se analizaría por partes.

3: Debemos conocer si nuestro acero está dentro de los parámetros aceptables según la norma, para poder cerciorarnos que va a tener una falla dúctil y no frágil, Las fallas a tensión están originadas por grietas en el concreto y se comporta de manera dúctil. Para asegurar que la viga tenga una adherencia visible, si la falla inminente es igual que la ductilidad se recomienda que el área a tensión en vigas simplemente reforzada no exceda a 0.75 del área para una falla balanceada, dado que $p \leq 0.75p_b$ para poder asegurar una falla ductil, y que la cuantía balanceada son para elementos sometidos a flexión.

4: Se recomienda que se le agregue acero de refuerzo a la viga en todo el eje C-D, tramo 1-9, ya que el en los planos con que se ejecutó el proyecto no lo está considerando. En el tramo donde el momento es máximo, se recomienda colocar

REFERENCIAS

- ALVARADO, Luis, PINEDA, Santos y VENTURA, Joaquín. Diseño de Elementos Estructurales en Edificios de Concreto Reforzado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). El Salvador: Universidad de El Salvador, 2004. 616pp.
- AMRHEIN, James. Reinforced masonry engineering handbook clay and concrete masonry. Disponible en <https://www.abebooks.com/servlet/SearchResults?tn=CONCRETE+ENGINEERS%27+HANDBOOK>
- BASILIO, J. Concreto Estructural Presforzado. Cuba. Editorial Propio. (Fecha de consulta: Junio 2019)
- BAZAN, Jorge. Estudio Experimental y Numérico del Comportamiento de Flexión de Vigas de Concreto Armado Reforzadas con Bandas de FRP. Tesis (Magister en Ciencias). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. 177pp.
- BELETICK, A. Reinforced concrete. Editorial. Technology general reference. Fecha de consulta (Junio 2019)
- BLANCO, Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Perú. Segunda edición: Capitulo de Ingeniería Civil, 1994. 300pp.
- BORJA, Gabriela. Estudio del desempeño de edificios aporricados en el plano, considerando plastificación concentrada. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2017. 204pp.
- BRICEÑO, Adriana y CARRERAS, Nelson. Análisis y diseño estructural
- BURGOS, Maribel. Diseño por capacidad en edificaciones aporricadas de Concreto Armado para ser Incorporada a la Norma Peruana E-060 como alternativa de diseño. Tesis (Magister en Ciencias). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007. 381pp.
- CAJALEON, Edson. Comportamiento inelástico de pórticos de concreto armado con vigas reforzadas a flexión con CFRP. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 89pp.
- CASTILLO, José. Comportamiento en flexión de sistemas de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002. 117pp.
- CARRANZA, Rodrigo y YACELGA, Erica. Analisis comparativo de la zona de confinamiento de la rótula plástica en vigas de hormigón armado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2016. 117pp.

- CARRASCO, S “Metodología de la investigación científica” 5ta Edición: Editorial: San marcos. (2012).
- CESPEDES, M. Resistencia a la compresión del concreto. Piura, 2003
- CHACON, Marianelly. Metodología para el cálculo y diseño de columnas compuestas Acero-Concreto. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Venezuela: Universidad de Carabobo, 2004, pp. 90.
- CRISAFULLI, Francisco Javier. Diseño sismoresistente de construcciones de acero. Santiago de Chile, 2013.
- COLLING, P. Redistribution of Moments at Cracking-The Key to Simpler Torsion Design. Univercity of Toronto.
- CORMAC, Jack. Concreto Reforzado. México. Editorial Alfaomega grupo editor. (fecha consultada: Junio 2019)
- CSA COMMITE. Design of Concrete Structures. Canada. Standaards Association.
- DELGADO, Genaro. Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. Perú. Editorial Edicivil. S.R.Ltda. (Fecha de consulta Junio 2019).
- DOWRICK, J. Earthequake resistant structures. Disponible en https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=R2brsWHY4kC&oi=fnd&pg=PR7&dq=%E2%80%A2+DOWRICK,+J.+Earthquake+resistant+structures.&ots=2NF6Tjq_kk&sig=lpwa01o3k2kfxBXTEFIQDWvLohY#v=onepage&q=%E2%80%A2%20DOWRICK%2C%20J.%20Earthquake%20resistant%20structures.&f=false
- FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. Rapic Visual Screening of building for Potencial Seismic Hazards .2ed. Washington DC. (Fecha de consulta: Diciembre 2018)
- FLORES, Manuel. Estudio del control de rotulas plásticas en pórticos de concreto armado. Tesis (Magister en ciencias). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003, pp. 87.
- FARGIER, Luis y FARGIER, Luis Concreto Armado - Comportamiento y Diseño. Mérida Venezuela. Editorial Propia. (fecha consultada: Noviembre 2018).
- FENTEL, M. Handbuuk of concrete engineering. Editorial Springer Fintel. (Fecha de consulta: Diciembre 2018)

- SOTO, Augusto. Determinación del Módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera san roque para $f'_c=21\text{Mpa}$. Tesis (Titulo en Ingenieria Civil) Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2014, pp 168.
- HASSOUN, Nadin. Structural Concrete. Disponible en https://books.google.com.pe/books/about/Structural_Concrete.html?id=MSIHA AAAQBAJ&source=kp_cover&redir_esc=y
- HERNANDEZ, Sampieri, Fernández, Carlos y Baptista, Lucio. Metodología de la investigación (en línea). México: McGraw – Hill Interamericana 2003. (fecha de consulta: Octubre 2018)
- HOLGUIN, Jorge y PLASENCIA Kevyn. Influencia de la cuantía de refuerzo longitudinal en la rigidez efectiva de vigas de concreto reforzado. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2017. 86pp.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Decreto Supremo que modifica la norma técnica E-030 "Diseño Sismo resistente" del reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014- vivienda. El Peruano.
- LEONHARDT, F. Uber die Kunst des Bewehrens von Stahlbetontragwerken. Beton-und Stahlbetonbou.
- MAMLOUK, Michael. Materials for civil and construction engineers. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=TnVGAAAAYAAJ&hl=es&source=gs_similarbooks
- MOHAMED, Reedy. Steel reinforced concrete structures. 1sr Edition. Isbn 9781420054309.
- NAAMAN, R. Unified design Recommendation for reinfordec, Prestressed and Partially Prestressed Concrete Bending and Compression Members. ACI Struct, Vol 89 no2.
- NILSON, Arthur. Diseño de Estructuras de Concreto. Colombia. Editora Emma Ariza. (Fecha de consulta: Junio 2019)
- OEHLERS, Deric. Elementary behaviour of composite Steel and concrete structuralmembers. Disponible en https://books.google.com.pe/books/about/Elementary_behaviour_of_composite_Steel_and_concrete_structuralmembers.html

ntary_Behaviour_of_Composite_Steel.html?id=gaxQh_bG3rwC&source=kp_cover&redir_esc=y

- OLANO, Cesar. Consideraciones de Diseño Sísmico de Columnas de Concreto Armado. Tesis: (Titulación). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 1977, pp. 85.
- Oseda. Técnicas de confiabilidad y validez de instrumento de investigación (en línea) Perú: Eximpress S.A, 2011. (fecha consultada: Noviembre 2018)
- OTTAZZI, Gianfranco. Apuntes del curso concreto armado 1, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Ingeniería Civil. 2012.
- PARK, Robert y PAULAY, Thomas. Estructuras de Concreto Reforzado. Editorial Limusa. Puerto Rico. (fecha consultada: Noviembre 2018).
- RANDAL, Frank. Concrete masonry handbook for architects engineers builders. 5th ed.
- REYNOLDS Y STEEDMAN. Reinforce concrete Designer's handbook. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=XR4zDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Romo, Marcelo. Temas de Hormigón Armado. Ecuador: Editorial Propia, 2008. (fecha de consulta: Noviembre 2018).
- R. F. Mast. Unified Design Provisions for Reinforced and Prestressed Concrete Flexura 1 and Compresión Menbers. ACI Struct. Vol 89 no 2,
- SANDOVAL, Victor. Análisis sísmico usando Etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sísmoresistente. (Título en Ingeniería civil). Perú: Universis as Cesar Vallejo, 2017, pp 147.
- SILVA, José. Evaluación de la reducción del área de confinamiento del concreto en las uniones rectangulares viga-columna de concreto armado no previsto en el diseño estructural en el ensayo de flexión. Tesis (Título en Ingeniería civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2007, pp. 89.
- TABOADA, José y De Izcue Arturo. Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004, pp. 79.
- VALDERRAMA, S. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica. 5ta Edición. Editorial: San marcos. (2015)

- VIERA, Luisa. Diseño sísmico Basado en Desempeño de edificios de Hormigón Armado. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2004. 84pp.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: Ductilidad en vigas de concreto armado de sección “T” para determinar su comportamiento estructural-mercado El Porvenir, los Olivos, 2018

MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
INDEPENDIENTE DUCTILIDAD EN VIGAS DE CONCRETO ARMADO	(Para Romo, 2008)Se entiende por Ductilidad la capacidad que tiene un material para continuar deformándose no linealmente a pesar de que los incrementos de cargas sean mínimos.	Es la capacidad de deformación que tiene los elementos estructurales, dentro del rango inelástico, es decir que ante una demanda sísmica o una a mas solicitaciones del elemento en mención durante su vida útil, va a tener un buen comportamiento estructural.	D1: Parámetros de diseño D2: Forma de Sección D3: Cuantía	I1: Acero mínimo I2: Eje neutro I3: Area comprimida	Método; Método Científico
				I1: Ancho efectivo I2: Ancho del Alma I3: Altura del patin	Enfoque de investigación Cuantitativa.
				I1: Cuantía Sub esforzada I2: Cuantía Balaceada I3: Cuantía Sobre-esforzada	Tipo de Investigación: Aplicada
DEPENDIENTE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	(Para Medina, 2012)El comportamiento de secciones de concreto armado responde a las solicitaciones que transmiten las fuerzas de sismos de una determinada magnitud y que ello ocasiona daños al elemento.	Los elementos estructurales tiene diversasmaneras de proceder ante un evento sismo o por gravedad, las vigas tiene un comportamiento a flexión, donde las vigas tiendes a tener esfuerzo a compresión y a tracción.	D1: Flexión D1: Corte	I1: Momento de agrietamiento I2: Momento máximo I3: Rotura	Nivel de Investigación: Explicativo
				I1: Cortante Máximo I2: Cortante Mínimo I3: Cortante nominal	Diseño de Investigación: No experimental

ANEXO N°2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Ductilidad en vigas de concreto armado de sección “T” para determinar su comportamiento estructural-mercado El Porvenir, Los Olivos 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección “T” en el mercado el Porvenir Distrito de los Olivos 2019?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICOS:</p> <p>¿Cuáles son los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural mercado el Porvenir distrito Los Olivos en el 2019?</p> <p>¿Cuánto modifica la forma de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019?</p> <p>De que manera interfiere la cuantía máxima y mínima en vigas ductiles de concreto armado de seccion T para determinar su comporamiento estructural, mercado el Porvenirdistrito Los Olivos en el 2019?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, mercado el Porvenirdistrito Los Olivos 2019.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Analizar los parámetros de diseño de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos 2019.</p> <p>Calcular la modificación de la forma de sección de vigas dúctiles de concreto armado de sección T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir, Los Olivos 2019.</p> <p>Estudiar la cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de seccion T para determinar su comportamiento estructural, mercado el Porvenir distrito Los Olivos en el 2019</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>El comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T es aceptable, mercado el Porvenir, distrito Los Olivos 2019.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</p> <p>Al definir los parámetros de diseño el comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T obtengo variaciones, mercado el Porvenirdistrito Los Olivos 2019</p> <p>Al modificar la forma de sección se tendra un mejor comportamiento estructural de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, mercado el Porvenirdistrito Los Olivos 2019</p> <p>la cuantía máxima y mínima de vigas dúctiles de concreto armado de sección T, tienen un comportamiento de falla dúctil, mercado el Porvenirdistrito Los Olivos 2019</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>V1: Ductilidad en vigas de concreto armado.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>V2: Comportamiento estructural.</p>	<p>D1: Parámetros Diseño</p> <p>D2: Forma de Sesión</p> <p>D3: Cuantía</p> <p>D1: Flexión</p> <p>D2: Corte</p>	<p>I1: Acero mínimo I2: Eje neutro I3: Area comprimida</p> <p>I1: Ancho efectivo I2: Ancho del Alma I3: Alturadel patín</p> <p>I1: Cuantía Sub esforzada I2: Cuantía Balaceada I3: Cuantía Sobre-esforzada</p> <p>I2: Momento de agrietamiento I2: Momento máximo I3: Momento de agrietamiento</p> <p>I1: CortanteMáximo I2: Cortante Mínimo I3: Cortantenominal</p>

Fuente: Propia (2019)