



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas, de la edificación multifamiliar Varela en el distrito - Breña –
Lima - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Gary Alonso Delgado Lazo (ORCID: 0000-0002-3402-1008)

ASESORA:

Mg. Susy Ramos Gallegos (ORCID: 0000-0003-0554-005X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis hijos por ser la mayor motivación de seguir adelante para lograr mis metas.

A mi Esposa Yasmine por apoyarme y estar conmigo siempre, en las buenas y en las malas.

A mis padres porque ellos fueron los que me incentivaron y apoyaron siempre para poder lograr todos mis propósitos en la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por que sin el nada es posible en esta vida

A toda mi familia y personas especiales que siempre han estado pendiente en mi formación académica.

PÁGINA DE JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

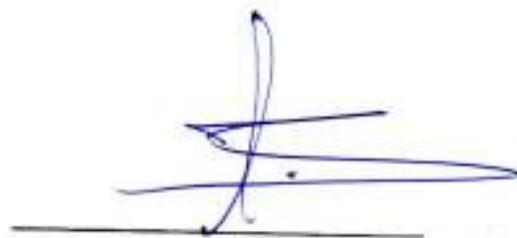
Yo, Gary Alonso Delgado Lazo, identificado con DNI N°06795727, estudiante de la Universidad César Vallejo, Sede Lima/filial Lima norte; declaro que la investigación titulada: “Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas en la edificación multifamiliar Varela en el Distrito de Breña – Lima - 2019”, para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, es de mi autoría.

Por tanto, declaro lo siguiente:

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 14 de diciembre del 2019



Gary Alonso Delgado Lazo
D.N.I: 06795727

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DE JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	15
2.1. Tipo y diseño de investigación	15
2.1.1. Tipo de investigación.....	15
2.1.2. Diseño de investigación.....	15
2.2 Operacionalización de variables	15
2.3 Población, muestra y muestreo	17
2.3.1. Población	17
2.3.2. Muestra	18
2.3.3. Muestreo	18
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.4.1. Técnicas e instrumentos de datos	18
2.4.2. Validez.....	18
2.4.3. Confiabilidad	19
2.5. Procedimiento.....	19
2.6 Método de análisis de datos.....	20
2.7 Aspectos éticos	20
III. RESULTADOS	21
IV. DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	46
VII. REFERENCIAS	47
VIII. ANEXOS	51
ANEXO 1	52
ANEXO 2	55
ANEXO 3	56
ANEXO 4	64
ANEXO 5	70
ANEXO 6	76

ANEXO 7	80
ANEXO 8	81

RESUMEN

El presente proyecto de investigación "Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas en la edificación multifamiliar Varela en el Distrito de Breña – Lima - 2019" tuvo como objetivo reducir las grietas generadas en las losas aligeradas del sótano 3 de uso para estacionamientos en los paños 31 y 41, el proyecto fue diseñado para usar un sistema compuesto de viguetas pretensadas prefabricadas y aligerantes, el estudio se basó en un desarrollo técnico del diseño de la losa aligerada pretensada y compararlo con el diseño del manual del proveedor para demostrar su impacto de sus características de resistencias, durabilidad y calidad del mismo, para esto se tomó muestra de su diseño de mezcla de la losa de compresión y características de la vigueta pretensada y comprobar su comportamiento e impacto para determinar la reducción o eliminación de las grietas, el método usado fue tipo de investigación aplicada de diseño experimental cuasi, debido a la manipulación de la variable independiente para causar efecto a la variable dependiente, dando como resultados casi similares al manual de diseño del proveedor y observándose los paños en estudio en tiempo de 28 días del concreto endurecido sin la muestra de grietas, concluyendo que la aplicación de viguetas pretensadas son de alta resistencias a compresión y tracción, en lo económico con el sistema compuesto y comparado con lo tradicional de losa aligerada de concreto reforzado, en costo se tiene un ahorro de casi el 20% menos.

Palabras clave: pretensado, esfuerzos, resistencias

ABSTRACT

The present research project Application of prestressed joists to reduce cracks in lightened slabs in the Varela multifamily building in the District of Breña - Lima - 2019 "aimed to reduce cracks generated in lightened basement slabs 3 for parking use on cloths 31 and 41, the project was designed to use a system composed of prefabricated and lightened prestressed joists, the study was based on a technical development of the design of the prestressed lightened slab and compare it with the design of the supplier's manual to demonstrate its impact of its characteristics of resistance, durability and quality of the same, for this it was taken sample of its design of mixture of the compression slab and characteristics of the prestressed joist and check its behavior and impact to determine the reduction or elimination of cracks, The method used was type of applied design research experiments Quasi, due to the manipulation of the independent variable to give effect to the dependent variable, giving as results almost similar to the supplier's design manual and observing the cloths under study in 28 days' time of the hardened concrete without the sample of cracks, concluding that the application of prestressed joists are of high compressive and tensile strengths, economically with the composite system and compared with the traditional lightened reinforced concrete slab, in cost there is a saving of almost 20% less.

Keywords: prestressed, efforts, resistance

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto fue elaborado con las **realidades problemáticas** que existen tanto en las construcciones a nivel nacional y mundial de las obras nos ayudan analizar sistemas, procesos y procedimientos para lograr objetivos buscando así la eficacia y así lograr metodologías innovadoras para el desarrollo en el rubro de la construcción. En la historia de la humanidad, el hombre ha estado en la búsqueda de optimizar los materiales y mejorar la construcción, siendo el prefabricado desarrollado a partir del siglo XVIII, ya en el siglo xx el uso del pretensado gana fuerza en España, con el sistema de forjados se emplearon las viguetas pretensadas, como solución a sus problemas de arquitectura, con luces mayores para soportar cargas, lo que se entendió en la optimación de costos, tiempos y técnicamente mejor que el convencional. El fundamento fue mediante la recopilación teórica de diferentes sistemas de anclajes, así como como del sistema pretensado, buscando las características relevantes en su empleo.

El uso del pretensado históricamente se ha encontrado en las mezquitas o las catedrales con pináculos góticos siendo el hierro la base en las construcciones medievales y que en las diversas formas arquitectónicas del siglo xx la presencia de materiales pretensados es la característica que predomina. El uso del pretensado, detallando su uso en las diversas formas con tensionar el acero y medir los esfuerzos de acuerdo con sus características en la geometría.

En la actualidad el rubro de construcción en el Perú, está avanzando en forma acelerada y vertical, por el crecimiento del país, por eso grandes empresas dedicadas a este medio, busca mejorar los procesos constructivos, técnicos dando un servicio de calidad, para esto se determina su evaluación estructural, lo que actualmente los proyectista tiene como alternativa los elementos prefabricados que cumplan en el desarrollo de sus proyectos, dándole solución a fallas estructurales por los métodos convencionales y así tener mejor calidad. El proyecto Varela es una edificación multifamiliar que comprende un área de 25,000 m² el cual consta de 3 sótanos y 16 pisos, ubicado en la calle General Varela 1825 en el distrito de Breña, y el diseño es porticado dual, núcleos, placas, columnas con losas aligeradas tradicionales, este sistema tradicional de losas aligeradas con encofrados de

viguetas y armado en situ, tiene un cronograma extenso por el área a intervenir, la edificación tiene como diseño tres sótanos para el uso de estacionamiento, lo cual se empleara en el diseño para losa de entrepiso sistema tradicional, concreto y armadura en situ, los procesos constructivos en la construcción de hoy es la calidad del producto, y esto se determina antes, durante y final, ya que lo que siempre se diseña no se hace y este factor para los resultados tiene problemas en las losas convencionales, uno de ellos son las grietas, como es un sistema estructural, hay que solucionarlo con aditivos que están preparados para dichos problemas, pero causa problemas económicos para el proyecto, por tal razón se lleva a proponer otro sistema como los prefabricados como alternativa de solución. La solución de la aplicación de las viguetas pretensadas fue motivada por que la empresa constructora en anteriores proyectos identificó que en varias secciones de las losas se presentaron grietas, por lo cual se propuso el empleo de otro tipo de sistema sin alterar el diseño estructural, por lo tanto, su aplicación se prevé en un sistema de losa aligerada con viguetas pretensadas prelisto, para lo cual se tiene que determinar el comportamiento estructural y reducir las grietas en la losa.

Para el estudio se consideró **antecedentes nacionales** a PUICÓN, Lizbeth y VÁSQUEZ, Oscar (2018), en su tesis “Uso de viguetas pretensadas para optimizar, tiempo, calidad y costos en el autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores C y D de Lima”. En la cual tuvo como *objetivo* plantear el correcto uso de viguetas pretensadas en la autoconstrucción o construcción informal de losas aligeradas de viviendas unifamiliares en los sectores socioeconómicos C y D de Lima Metropolitana, para ello se usó la *metodología* experimental ya que se realizaron diversas pruebas de laboratorio. En *conclusión*, se ha alcanzado a identificar en el autoconstrucción de una losa aligerada tiene que ver con el tiempo de armado que sobrelleva la losa aligerada, esta etapa simboliza más del 50% de todo el tiempo que toma hacer el techo, se da como *aporte* tener en cuenta los nuevos métodos constructivos, ya que forjan beneficios económicos y competentes para las viviendas unifamiliares. Así mismo según PAZOS, Dorita (2015), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías de las losas aligeradas en el sistema estructural de concreto armado de la posta médica Los Algarrobos – Distrito Piura – Provincia de Piura 2015”. En la cual tuvo como *objetivo* es dar a conocer nuevos sistemas de losas de entrepiso, así como las circunspecciones a tener en cuenta en el diseño, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se realizaron

cálculos matemáticos. En *conclusión*, la losa superior de la construcción ha disminuido ampliamente su grosor. La losa superior tiene un grosor primero de 20 cm, y a la fecha de la inspección redujo el grosor a 17 cm, se da como *aporte* usar un mantenimiento de rehabilitación de las zonas afectadas de la losa aligerada en el centro de salud de los algarrobos, estos errores se ubican en un estado crítico, y deberían ser rehabilitadas, para mantener el nivel de Regular que actualmente posee. Por otro lado, según CUTIPA, Richard, en su tesis titulada “Análisis y diseño estructural del centro cívico de la ciudad de José Domingo Choquehuanca, del distrito de José Domingo Choquehuanca – Azángaro – Puno”. En la cual tuvo como *objetivo* es analizar y diseñar el sistema estructural en concreto armado de un centro cívico en la ciudad de José Domingo Choquehuanca, para resguardar las insuficiencias de una infraestructura, y asimismo sea multifuncional, tenga las instalaciones convenientes y sea segura estructuralmente, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se realizaron cálculos matemáticos. En *conclusión*, se desplegó desempeñando las normas determinadas en las normas vigentes peruanas (E-020, E-030, E-050 y E-060), brindando una construcción conveniente, segura y eficaz, para ello se empleó las teorías del análisis y diseño estructural, se da como *aporte* diseñar las estructuras con software, es recomendable analizar los resultados diligentemente para un diseño de la estructura bueno. Así mismo según VILLANUEVA, Angela (2018), en su tesis “Evaluación patologías en edificaciones de cinco Instituciones Educativas Públicas del distrito de Pimentel – Chiclayo”. En la cual tuvo como *objetivo* evaluar las investigaciones en construcciones de cinco Instituciones Educativas Públicas del Distrito de Pimentel - Chiclayo a nivel de superestructura, para ello se usó la *metodología* experimental ya que se realizaron ensayos de laboratorios como el de diamantina, de resistencia a compresión, entre otros. En *conclusión*, la institución educativa N° 078 “Virgen Morena De Guadalupe” muestra suelos con arenas, limos y arcillas con categorización SC, SM, ML, CL, en el cual los valores máximos y mínimos de sales en el suelo varían de 1300 a 1800 ppm no afectando a la cimentación, mientras que los cloruros varían de 265.95 a 496.44 ppm y no afectan al acero de refuerzo y los sulfatos varían de 308.24 a 509.30 ppm siendo de grado de variación ligero al ataque del concreto, se da como *aporte* establecer los puntos de indagación se pide efectuar lo más próximo a la estructura más afectada por patologías para testificar una excelente recolección de antecedentes. Por otro lado, según TICONA, Edwin, en su tesis titulada

“Análisis y diseño estructural en concreto armado, de un edificio multifamiliar de 6 pisos, ubicado en la ciudad de Arequipa”. En la cual tuvo como *objetivo* es efectuar un análisis y diseño estructural minuciosos, de una edificación multifamiliar de 6 pisos, y mostrar los resultados en un juego de planos estructurales, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se realizaron cálculos matemáticos y simulaciones en un software. En *conclusión*, en la estructuración se distribuyeron placas en torno a la edificación, de modo tal que los focos de masas y centros de durezas se arrimen entre ellos y se compriman los efectos de torsión incitados por el sismo; la distancia media entre estos puntos es aproximadamente nula en la dirección X-X y de 4 mm en la dirección Y-Y, se da como *aporte* se encomienda seguir los criterios de estructuración para homogeneizar el diseño de los elementos estructurales, por ejemplo para tener vigas inmediatas de ancho y peralte iguales que consienta “correr” el acero longitudinal para facilitar la construcción y evadir derrochar materias por corte del refuerzo. Según Quispe K. (2018) en la tesis “Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración y agrietamiento del concreto armado en losas aligeradas”, el objetivo fue analizar como los agentes de deterioro afectaban el concreto generando fisuración. En la metodología fue explicativa sobre algunos componentes como los epoxis, poliuretanos, siliconas, acrílicos, entre otros permitían prolongar la vida útil y optimizar el funcionamiento de las construcciones; adicionalmente aplicó un caso de estudio en la ciudad Autónoma de Buenos Aires y lo comparó con construcciones de la ciudad de Lima, esto fue realizado mediante la recolección de información de consultas de diversos usuarios a empresas proveedoras de soluciones constructivas para el sellado de fisuras, grietas y denuncias ante autoridades competentes respecto de mala praxis en construcción que habían originado fisuras y grietas en las edificaciones.

Por otro lado, los **antecedentes internacionales** relacionados a nuestro tema son el de DOMINGUEZ, Aurelio en su tesis titulada “Análisis teórico y experimental de la capacidad a cortante en forjados de vigueta pretensada”. En la cual tuvo como *objetivo* es fabricar un estado de conocimiento lo más renovado posible y centrarlo en el campo detallado de la prefabricación, básicamente en elementos parcialmente pretensados de trabajo en forjados unidireccionales, de modo que se puedan dar los parámetros específicos que influyen en la resistencia firme del sistema estructural, para ello se usó la *metodología* experimental ya que se realizaron diversos ensayos de laboratorio. En *conclusión*, se admiten el arreglo y la

expresión teórica para la evaluación de la tensión tangencial que preside la capacidad a invariable en secciones fisuradas a flexión de hormigón armado, se da como *aporte* que el modelo presentado es de diligencia solamente en elementos donde la sección prefabricadas pretensadas presume un porcentaje aproximado del 15% - 25% de la sección compuesta. Por otro lado, según Hernández E., y Gil L. (2015), en su libro concreto perforzado y concreto reforzado, El objetivo del autor es representar mediante su investigación y estudio los conceptos básicos, teóricos y experimentales de los elementos estructurales diseñados por hormigón pretensado y postensado lo que define que el hormigón estructural se debe de combinar con barras de acero. En el cortante del hormigón pretensado el primer es en el axil que al ser pretensado proyecta la fuerza de pretensado respecto de la línea media del elemento. El axil permite mejorar la resistencia hormigón cortante; y el segundo efecto es en la proyección vertical mediante la fuerza de pretensado el cual disminuye mediante el esfuerzo cortante. Lo que concluye que el esfuerzo cortante se controla con la rigidez del elemento de sus características mecánicas del hormigón pretensado y ERIKSSON, Joel y JONSSON, Adam en su tesis titulada “Técnicas de modelado para postensado de puentes de losa de hormigón”. En la cual tuvo como *objetivo* es analizar y evaluar técnicas de modelado para puentes de losas de hormigón postensado, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se realizaron cálculos matemáticos y simulaciones en un software. En *conclusión*, en un puente de pórtico, con columnas intermedias y postensado, tendones en la dirección longitudinal, tensiones de tracción en la dirección transversal no puede ser controlado por el postensado, se da como *aporte* se ha establecido un conjunto de condiciones de contorno para el puente usado. Se podrían investigar otras condiciones límite, especialmente para conexión entre losas y columnas. Así mismo según DOMINIK, Tobias (2019), en su tesis “Desarrollo de novedosos elementos de hormigón de alto rendimiento y bajo clinker pretensados con polímeros reforzados con fibra de carbono de alto módulo”. En la cual tuvo como *objetivo* desarrollar una segunda generación de elementos de hormigón estructural pretensado CFRP con una sostenibilidad mejorada y un mayor rendimiento mecánico, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se cumplieron cálculos exactos y simulaciones en un software. En *conclusión*, se desarrolló una segunda generación de elementos delgados de hormigón pretensado CFRP con impacto ambiental reducido y una capacidad de carga máxima mejorada. Esto se logró mediante la sustitución de los dos

componentes principales en los elementos de hormigón pretensado, los tendones CFRP y el HPC, por alternativas novedosas, en particular los tendones UHM-CFRP y los LCHPC, se da como *aporte* que para futuros diseños de elementos estructurales pretensados CFRP también se dan. Por otro lado, según DYRESJÖ, Patrick y ESKILSSON Matías en su tesis titulada “Un enfoque analítico para la flexión refuerzo de losas de doble T con laminados de CFRP pretensados”. En la cual tuvo como *objetivo* es determinar el aumento teórico en la capacidad de carga para una de las losas de doble T en Frölunda kulturhus, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se realizaron cálculos matemáticos y simulaciones en un software. En *conclusión*, los resultados obtenidos al adoptar el enfoque analítico se consideran razonables, sin embargo, se requieren pruebas experimentales o modelos FE para confirmar aún más la acercarse a, aproximarse, se da como *aporte* que el enfoque puede desarrollarse aún más para incluir todas las secciones críticas a lo largo de la viga reforzada. Así mismo según PRAKASH, Shruthi (2018), en su tesis “Análisis de elementos finitos no lineales de contracción de hormigón armado de losas en el suelo”. En la cual tuvo como *objetivo* desarrollar y demostrar un modelo de análisis no lineal para predecir el agrietamiento de losas en el suelo sometidas a contracción por gradiente, para ello se usó la *metodología* no experimental ya que solo se cumplieron cálculos exactos y simulaciones en un software. En *conclusión*, se realizaron análisis de elementos finitos no lineales para estudiar la formación de grietas y desviaciones verticales, obtenido a través del modelado de elementos finitos (FEM) utilizando el programa Atena 2D para investigar la influencia del gradiente de contracción en el estado límite de servicio, se da como *aporte* que la comparación del modelo con resultados experimentales podría ayudar a evaluar aún más la precisión del modelo y su desarrollo. Puede ser interesante modelar el material de interfaz entre la losa de concreto y la subbase con cierto espesor y asignar propiedades para el material de interfaz en ambos lados para la contracción del gradiente, de modo que se pueda obtener una mayor comprensión sobre el diseño del material de interfaz.

Para entender mejor nuestro proyecto de investigación conoceremos los **temas relacionados** con respecto a la variable independiente, la cual tiene como tema viguetas pretensadas, dentro de ellas hablaremos sobre el *esfuerzo a cortante* a cuál simbolizan los esquemas de momentos flectores y de esfuerzos cortantes de una viga simplemente apoyada de sección rectangular y fabricada con hormigón armado. El esfuerzo cortante efectivo V_{rd} es el valor

del esfuerzo cortante que debe de discurrir para formalizar la justificación referente al Estado Límite de Agotamiento por esfuerzo cortante, el cual “realmente” debe de soportar la sección. “Trabes acarteladas de concreto reforzado continuas diseñadas para fallar por cortante. Parte 2: Mecanismo de resistencia a cortante” (Tena, Urbina y Archundia, 2017, p. 36). El cortante causado por las operaciones externas V_d puede no ser el único cortante que deba de soportar la sección. Se consiguen mostrar dos cortantes añadidas: el cortante causado por la fuerza de pretensado (V_{pd}) y el cortante causado por la variación del canto de la sección transversal (V_{cd}). Concurren distintas peculiaridades que llevan a no poder tomar de manera general la repartición de Colignon como es la realidad de que el hormigón estructural es un compuesto consolidado donde uno de los compuestos evidencia fluencia, con la resultante alteración de la distribución de tensiones en correspondencia al tiempo. “Flexural Behaviour of Partially Prestressed Reinforced Baked Clay Beams” (Zardari y Lakho, 2019, p. 66). Se debe considerar cuidadosamente la selección de la ubicación de la junta de construcción. Las juntas de construcción deben ubicarse donde menos afecte la integridad estructural del elemento en consideración y ser compatible con la apariencia del edificio. La colocación de las juntas varía, dependiendo del tipo de elemento en construcción y la capacidad de construcción. Las uniones de construcción tienen más probabilidades de reducir la resistencia al corte; debe ubicarse donde las fuerzas de corte bajo. “Evaluación de la nueva propuesta de norma sismo resistente mediante el aporte docente en las tesis de diploma” (Martínez, 2019, p. 3). Las ubicaciones deseables para las juntas colocadas perpendiculares al refuerzo principal están en puntos de cizallamiento mínimo. Bajo cargas de gravedad distribuidas uniformemente, la fuerza de corte es baja en el medio de un tramo de miembro de flexión. Las juntas de construcción en los pisos deben ubicarse dentro del tercio medio de los tramos de losas, vigas y vigas. Las juntas en las vigas se deben desplazar una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que se cruzan, pero el ingeniero debe verificar las ubicaciones antes de que se muestre la ubicación en los dibujos. “A comparison of construction joint ability on concrete slab applied at construction site” (Bin, Binti, Azira, 2016, p. 2577). Ahora procederemos hablar del **concreto** el cual es una mezcla de: cemento, agua y áridos como las unidades primordiales. Asimismo, consiguen amplificar adiciones y aditivos, estas tienen el objetivo de mejorar alguna de las propiedades del concreto, no obstante, en la práctica las adiciones se utilizan normalmente para reducir el precio final del concreto. “Metodologías

para la localización de daño de vigas de hormigón pretensado” (Ercolani, Ortega y Félix, 2017, p. 263). Las adiciones pueden ser: puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria de alto horno y polvo de sílice. Los aditivos, como los superplastificantes, se manipulan fundamentalmente para mejorar el laboro temporal del concreto y acceder relaciones reducidas de agua/cemento. En peso, las simetrías cercanas de cada una de las unidades de un concreto típico. “Fibre – reinforced Concrete for Industrial Construction” (Löfgren, 2005, p. 5). Las unidades del concreto obtienen peso en el momento en que el agua entra en unión con el cemento se provoca una reacción química exotérmica de hidratación y en corto tiempo (unos días) el concreto se consolida cogiendo el aspecto de una piedra, cuando se añade agua al cemento y a los áridos se forma una pasta gelatinosa que puede coger cualquier forma. El agua es fundamental para que el concreto fresco sea adaptable y moldeable y por esta razón la cantidad de agua aumentada será mayor y rigurosamente necesaria para el proceso de hidratación y endurecimiento del concreto. El agua en demasía no alcanza a constituir parte de la estructura química del concreto endurecido, sino que se vaporiza con el tiempo y hace que el concreto obtenga una naturaleza porosa. La propiedad más transcendental del concreto es su resistencia a compresión. La relación agua/cemento de la mezcla es la variable que más afecta a la resistencia a compresión del concreto. Un concreto con suma cantidad de agua será muy poroso, disuadirá la abundancia y poseerá una resistencia baja. “A Literature on Comparative Study of Deflection Behaviour of RCC and Pre – stressed Concrete Beams” (Abid Mashure y Abid, 2019, p. 5059). Durante la fase de hidratación de una estructura de hormigón, la reacción química entre el cemento y el agua en el hormigón genera calor. Debido a este calor, los elementos estructurales jóvenes experimentan historias de temperatura similares a las que se muestran. Durante la fase de calentamiento, los elementos estructurales se expanden y más tarde, cuando la reacción química disminuye, el desarrollo de calor disminuye y la temperatura comienza a ajustarse a los alrededores, lo que implica una contracción del concreto joven. Mientras tanto, el hormigón, madura y su resistencia aumenta. “Restraint Factors and Partial Coefficients for Crack Risk Analyses of Early Age Concrete Structures” (Nilsson, 2003, p. 23), por último, hablaremos del **acero pretensado** el cual con la aparición en el mercado aceros de alto límite elástico, aceros cuya resistencia a tracción es muy excelsa (aproximadamente a 2000 N/mm²), se propone la posibilidad de su uso acompañado con el concreto. Para entrambos aceros, el de alto y bajo límite elástico, el

módulo de elasticidad es siempre alrededor de el mismo, $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$, lo que representa que pasar de una tensión inicial de 0 a una tensión igual a su resistencia máxima solicita una deformación magna en el acero de alto límite elástico. “Analysis of horizontal shear strength of precast prestressed concrete slab and concrete topping composites” (Wilaiwong y Vivitkeyoonvong, 2019, p. 374). Entonces, si se procura utilizar este tipo de acero para preparar una viga, el concreto se agrietará excesivamente y surgirán grandes deformaciones antes de conseguir tensiones contiguas a su máxima capacidad. Ocuparse de resistencias máximas con acero de alto límite elástico sólo es posible si éste es incrustado en el concreto con una predeformación (o tensión inicial, nombrada pretensado). Con esta técnica es posible que, para desproporciones pequeñas o nulas, el acero trabaja a tensiones próximas a su tensión máxima. “Flooring Systems with Prestressed Steel Stringers for Cost Benefit” (Ghafooripour [et al.], 2019, p. 1). El acero usado para pretensar viguetas es de valioso comprendido de carbono, con una firmeza promedio de 17500 kg/cm^2 , este acero es acreditado como alambre de presfuerzo. Los alambres de presfuerzo característicos se producen laminando en calientes trozos de acero hasta conseguir alambres esféricos, posteriormente del refrescamiento pasan a través de matrices para comprimir su diámetro hasta su tamaño requerido. El proceso de estirado se elabora en frío lo que cambia marcadamente sus propiedades mecánicas y aumenta su resistencia. Subsiguientemente se les libra de esfuerzos residuales mediante un procedimiento incesante de calentamiento hasta lograr las propiedades mecánicas solicitadas. Los alambres se producen en diámetros de 3, 4, 5, 6, 7, 9.4 y 10mm y las resistencias varían de 16000 a 19000 kg/cm^2 . Los alambres de 5, 6 y 7mm de diámetro alcanzan a presentar acabado liso, dentado y tridentino. “Hormigón y Acero” (Ortega, 2012, p. 13). El acero de refuerzo convencional en elementos presforzados, con un esfuerzo nominal a la fluencia (f_y) igual a 4200 kg/cm^2 , se utiliza para aumentar la ductilidad en el elemento estructural, para acrecentar la resistencia, para reducir la resquebrajadura por maniobras y cambios de temperatura, así como para comprimir las deformaciones a extenso plazo y colindan el concreto. También se utilizan placas, ángulos y perfiles de acero estructural para protección de conexiones y apoyos en elementos prefabricados. “Seguridad remanente a flexión en forjados con corrosión en las viguetas” (Gil [et al.], 2015, p. 5). Ahora proseguiremos a explicar todos los temas tratados por nuestra variable dependiente, la cual tiene como tema losas aligeradas, como una de sus dimensiones

el *asentamiento plástico*, estas tienden a tener un modelo habitual y acontecen sobre el refuerzo, especialmente en elementos peraltados. Asimismo, logran acontecer en las uniones de las curvaturas, como por ejemplo en un piso nervado. Las grietas se crean después del colado y la compactación del concreto, pero precedentemente de que haya empezado su fraguado inicial. “Concrete” (Leach, 2016, p. 33). Las causas del agrietamiento por asentamiento plástico sobre el refuerzo o las uniones de las curvaturas, en un piso reticular, es producido por un módulo diverso. Estas grietas se crean posteriormente de la colocación y la compactación si el concreto prosigue asentándose sobre las varillas de refuerzo, los ductos o las uniones de la curvatura. “Deformations, strain capacity and cracking of concrete in plastic and early hardening phases” (Hammer, 2007, p. 47). Si la masa de concreto está restringida para que siga asentándose uniformemente, por intermedio de una varilla de refuerzo o por una unión de la curvatura, la masa que se está rigidizando puede agrietarse y abrirse sobre la restricción. En general, tal agrietamiento va exclusivamente hacia el refuerzo o la nervadura que causa la limitación. El agrietamiento por asentamiento plástico no es causado al secado rápido, y puede acontecer debajo de una capa de agua de sangrado. La falta de compactación conveniente es con repetición la causa de este problema de asentamiento. “Causes and evaluation of cracks in concrete structures” (Mohd, 2014, p. 29). La prevención de agrietamiento por asentamiento plástico implica una estimación de la forma de edificación. Con secciones hondas el concreto debe ser situado en capas, tupiendo cada una precedentemente de colocar la sucesiva capa. La sacudida de las capas subsecuentes debe incluir la capa anterior. Con losas de suelos con nervaduras hondas, primero corresponden llenarse hasta la parte inferior de la losa, y consentir que se asienten precedentemente de que el concreto de la losa sea situado. La demora no debe ser excesivamente largo como para que coloque en riesgo la mezclanza de la nervadura y el concreto de la losa en la intercara. Los elementos que con posibilidad desenvolverán agrietamiento por asentamiento comprometen ser incesantes bajo el análisis hasta que el concreto se haya endurecido. Si se desenvuelve asentamiento plástico, las áreas presumidas pueden ser vibradas reiteradamente. Se ha manifestado que la vibración optimiza la resistencia. Puede emplearse aplanado o allanado mecánico como un forma adicional o facultativo para la vibración, especialmente con losas nervadas. “Early age autogenous shrinkage of concrete” (Holt, 2001, p. 78). Ahora procederemos hablar de las *contracciones en el concreto*, la comprensión de las tipologías

de la contracción del concreto es un lugar de partida obligatorio en el diseño de estructuras para la inspección de fisuras. Tal comprensión consentirá al diseñador valorar el factible movimiento por contracción en el concreto fortalecido o presforzado y podrá coger los pasos adecuados en el diseño para adaptar este movimiento. “Permeabilidad y porosidad en concreto” (Vélez, 2010, p. 172). La contracción por secado se consume cuando el concreto es expuesto a su ambiente de servicio expande a conseguir un equilibrio con ese ambiente. Si el medio ambiente es un espacio seco, la superficie exhibida del concreto malgasta agua por gasificación. La rapidez de gasificación dependerá de la humedad relativa, la interacción agua-cemento y el área de la superficie mostrada del concreto. La contracción por secado compone una fracción del general de la deformación que se observa en una unidad del concreto. Las unidades de la deformación, descartando el movimiento térmico. La deformación por contracción es dependiente del tiempo y no es incitada por carga. “Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento” (Huasquisto y Belizario, 2018, p. 229). Si el ambiente es húmedo, el flujo de la humedad se proporcionará a partir del medio ambiente al concreto, fundamentando un aumento de volumen o expansión. La descripción es contracción más magna sucede en el primer secado. Una parte inmensa de esta contracción es inalterable, es decir, que no se puede recobrar por un mojado subsecuente. “Fisuras de contracción en pavimentos de hormigón y aserrado de juntas” (Barreda [et al.], 2013, p. 114). Los factores que afectan la contracción por secado están conexos con la pérdida de humedad del concreto, es influida por elementos externos que perturban el secado y además por elementos internos afines con concreto y sus constituyentes. Los factores externos que perturban la pérdida de humedad del concreto son las situaciones ambientales, así como la dimensión y la forma de la unidad de concreto. “Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención” (Toirac, 2004, p. 92), por último, hablaremos del *esfuerzo de tensión* el ACI 224R-01 explica que a partir del estudio de antecedentes de agrietamiento en losas de dos orientaciones y placas algunos estudiosos insinúan expresiones para calcular el agrietamiento por flexión bajo cargas de servicio. En estas locuciones se utiliza el parámetro I_m , índice de malla, donde d_b es el diámetro de los alambres de refuerzo en la dirección longitudinal, S_t es el apartamiento de los alambres transversales, y p_t es la cuantía en dirección longitudinal. “Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras

de acero” (Carrillo, Silva y Sánchez, 2016, p. 502). Para el procesamiento de datos del ancho máximo de grieta por flexión donde w es la dimensión máxima de grieta calculado, los parámetros h_1 y h_2 son los elementos definidos, y f_s es el esfuerzo de tensión en el acero bajo las cargas de trabajo actuantes. De acuerdo con otros estudios se ha encontrado que el esfuerzo de tensión en el acero cuando sucede el agrietamiento es de la disposición del 40% de su esfuerzo de fluencia. Advertir que el cálculo de w (ancho de grieta) depende del diámetro del alambre de refuerzo (ϕ). “Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero” (Carrillo y Silva, 2016, p. 321). Con el objetivo de identificar las inconstantes que más influyen en el agrietamiento por flexión en losas, evidencia la variación del volumen de grieta en correspondencia del espesor de losa lograda para la malla 6x6-6/6 para tres niveles de cuantía: 0.001, 0.002 y 0.003. Estos resultados muestran que a medida que crece el grosor de losa aminorar la dimensión de la grieta y que para grosores de firmes menores que 6cm la cuantía de refuerzo es notable para aminorar la dimensión de grieta. “Durabilidad de la infraestructura de concreto reforzado expuesta a diferentes ambientes urbanos de México” (López, 2006, p. 111). Una de las misiones es que el bosquejo del sistema de piso de vigueta y bovedilla reflexione no sólo juicios de bosquejo por sismo, sino además juicios de estabilidad y aspecto. De acuerdo con los efectos, para un extenso de grieta máximo de 0.3mm, para el tema de losas con grosores menores que cerca de 6cm se solicitará una cuantía mayor que 0.003 para no exceder de modo excesivo a este límite de ancho de grieta. “Análisis del agrietamiento en concreto a través de la técnica de emisiones acústicas” (Crespo [et al.], 2016, p. 11).

El problema general de nuestro trabajo de investigación es ¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en losas aligerada, de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima – 2019?, a esto en correspondencia a este problema general se determinaron 3 problemas específicos: ¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019?, ¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019? y ¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce el esfuerzo a tensión en las

losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019?.

Para poder continuar nuestra investigación se verifico el tipo de justificación el cual se apoyó a la metodología de Santiago Valderrama acreditado con su texto titulado Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, en la cual la justificación teórica, se trata de que el investigador profundice, analice aspectos teóricos del problema para explicarlo. En su justificación técnica busca determinar qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en losas aligerada. La justificación metodológica, este sistema de recopilación de datos en situ y observar el desarrollo del problema con metodologías técnicas, nos lleva a que su uso sirva de ayuda a otros investigadores para la mejora de su investigación. La justificación social, se refiere al entorno donde el investigador ve el beneficio del problema para la sociedad, en esta investigación el benefició seria la edificación multifamiliar Varela del distrito de Breña – Lima 2019, la investigación busca reducir costos, el efecto no es perjuicio para la calidad de la estructura, garantizando el cumplimiento de la normativa técnica. La justificación económica, que el uso de viguetas pretensadas permite técnicamente realizar grandes luces, ahorro de encofrados y así reducir costos en mano de obra y materiales en un ahorro hasta el 30% del convencional.

Por otra instancia se realizaron las hipótesis necesarias para poder dar sentido de solución a nuestros problemas, así mismo se verifico la hipótesis general Si la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima, 2019, así mismo las hipótesis específicas serían La aplicación de viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019, La aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019 y por último La aplicación de viguetas pretensadas reduce el esfuerzo a tensión en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019.

Y por último se hallaron el objetivo general Determinar la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña, Lima, 2019, y a su misma vez también se hallaron los objetivos específicos, Determinar que aplicando viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en las losas

aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019, Determinar que aplicando viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019 y por último Determinar que aplicando viguetas pretensadas reduce el esfuerzo a tensión en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Manifestamos a la categorización de la investigación (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 164)

Se aplicará del tipo aplicada porque se aplicará conocimientos teóricos básicos que serán llevados a la práctica.

2.1.2. Diseño de investigación

Es la estrategia que utilizará para la recolecta de datos (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 175)

El diseño del trabajo será experimental cuasi, debido a la manipulación de la variable independiente mediante aplicación de pruebas que permitan corroborar su impacto en la variable dependiente.

2.2 Operacionalización de variables

Variable independiente

Viguetas pretensadas

Variable dependiente

Grietas en las losas aligeradas.

Título : Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima - 2019

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Aplicación de Viguetas Pretensadas	“...Es un elemento estructural al pretensado, a la disciplina que estudia el empleo del hormigón en elementos estructurales. Para este fin, será necesario el uso del hormigón combinado con barras de acero activo. En el cortante del hormigón pretensado no indica que el primer efecto se debe al axil que el pretensado introduce sobre el elemento (proyección de la fuerza de pretensado sobre la línea media del elemento). Este axil mejora la resistencia a cortante del hormigón”. Hernández, G. (2015)	Para la aplicación de viguetas pretensadas es el uso de hormigón con acero activo para mejorar los esfuerzos a cortante mediante el acero pretensado dándole al elemento grandes resistencias a compresión, flexión para determinar su rigidez y ductilidad lo que serán medidos por un diseño de software, ensayos de compresión y flexión del concreto en las viguetas para reducir las grietas .	Esfuerzo Cortante	Rigidez, resistencia y ductilidad	Software
			Esfuerzo del concreto	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión axial del concreto
			Acero pretensado	Resistencia a la flexión	Ensayo de flexión.
Grietas en las losas aligeradas	“... es la manifestación de que en algún proceso del proyecto no se realizó una buena praxis, lo cual conlleva a obtener edificaciones más propensas a los agentes externos. Lo que se traduce en <u>menor durabilidad, funcionalidad y superficies antiestéticas.</u> ” Quispe K. (2018)	Las grietas en las losas aligeradas es la manifestación de un mala práctica causado por el asentamiento plástico, contracción en el concreto y esfuerzos a tensión para lo cual corregiremos con el grado de fluidez del concreto, el contenido de agua en los agregados y resistencia a compresión y lo mediremos con los ensayos de Slump, granulometrías, diseño de mezcla y resistencias a la compresión para reducir las grietas en las losas.	Asentamiento plástico	Grado de fluidez del concreto	Prueba de slump cono de Abrams.
			Contracción en el concreto	Contenido de agua en el agregado	Ensayo de granulometría y diseño de mezcla
			Esfuerzos a tensión	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Es un conjunto limitado o ilimitado de elementos (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 182)

La presente investigación tiene como lugar de población es el edificio multifamiliar Varela 1825 en el distrito de Breña – Lima - 2019.

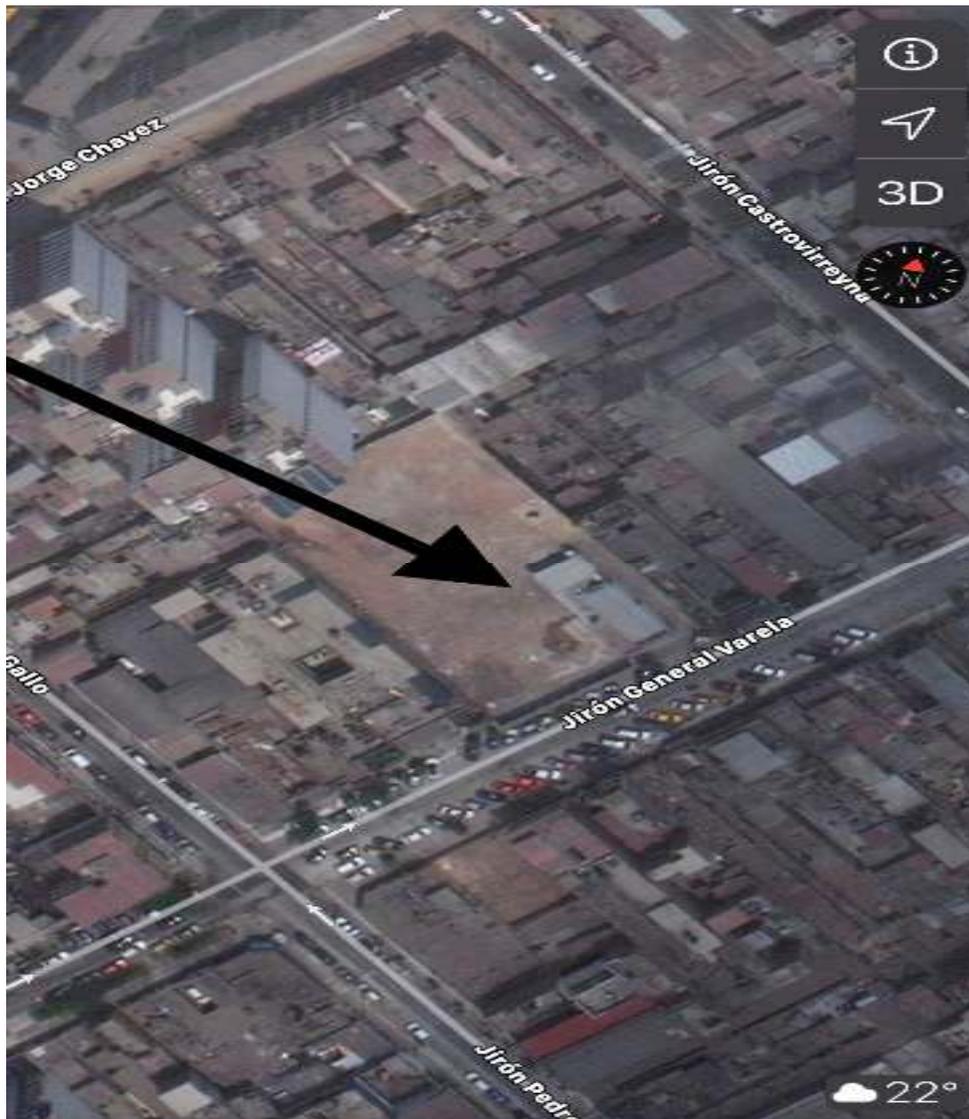


Ilustración 1 Ubicación de población - Fuente Google Maps

2.3.2. Muestra

Es un conjunto menor de elementos del muestreo (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 184)

La muestra se efectuara en el sótano 3 de la edificación en una proporción de concreto para medir en su resistencia a compresion en 7, 14 y 28 días.

2.3.3. Muestreo

Es una selección de datos obtenidos por la población (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 188)

Siendo el muestreo en probetas de acuerdo con la norma ASTM C39 para los ensayos de resistencia y comprensión de medidas de 0.15 cm de diámetro y 0.30 cm de altura, se efectuará una probeta por el tiempo que se va a probar.

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

2.4.1. Técnicas e instrumentos de datos

Es medio por el cual procederemos a recabar la información necesaria para nuestro trabajo de investigación (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 194)

Se aplicará la observación experimental y el fichaje; la primera se efectuará en laboratorio, mientras en el fichaje se registrarán los datos del instrumento a aplicar. El instrumento serán las probetas de las dimensiones descritas en el punto anterior; los cuales serán registrados mediante una ficha técnica.

2.4.2. Validez

Todo instrumento de validez debe validarse por los especialistas en la línea de investigación (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 206)

El instrumento será efectuado mediante el juicio de expertos, para lo cual se considerará tres ingenieros civiles y/o a fines.

Ingenieros evaluadores	Especialidad	Colegiatura
Nilton Tomas Méndez Cotrina	Ingeniero Civil	CIP: 72728
Luis Alberto Vargas Chacaltana	Ingeniero Civil	CIP: 194542
Walter Miraval Flores	Ingeniero Civil	CIP: 48193

Tabla 1 Ficha de datos de ingenieros de evaluación - Fuente propia

2.4.3. Confiabilidad

Es el rango de medida que se efectuará mediante una herramienta a escala (Valderrama, 2018, “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica”, p. 215)

Se realizará una tabla de medición para los ingenieros expertos y así determinar si nuestra ficha de evaluación es la más idónea para nuestro trabajo de investigación.

2.5. Procedimiento

Este punto es el procedimiento o el paso a paso de cómo se realizó este trabajo de investigación:

- a. Se requirió permiso al ing. Residente de la obra para el consentimiento de las fotos y recolección de datos
- b. Se llevó las herramientas para evaluación y el registro: wincha, escalera y cámara fotográfica.
- c. Se realizó las observaciones de la obra tanto interna como externamente.
- d. Se verificaron todos los errores estructurales que produjesen las grietas en la losa del sótano 3.
- e. Se trasladaron todos los datos recogidos en las fichas de observación.
- f. Se hicieron todos los cuadros estadísticos necesarios.

2.6 Método de análisis de datos

El análisis de los datos será mediante el software para simular la rigidez, resistencia y ductilidad de las viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas lo cual será aplicado en la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña.

2.7 Aspectos éticos

En la elaboración de la investigación se dará cumplimiento de la Ética Profesional, contempladas en el Código de Ética que rige para los miembros del Colegio de Ingenieros del Perú, y respetando lo establecido en la directiva de la Universidad César Vallejo para el desarrollo de tesis.

III. RESULTADOS

De acuerdo a la hipótesis general si aplicando viguetas pretensadas para reducir las grietas en la losa aligerada de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima - 2019, de los resultados obtenidos, en diseño de la vigueta pretensada en las losas aligeradas para determinar su rigidez, ductilidad resistencias a compresión, al corte y flexión estos fueron óptimos, se midieron y se probaron a su máxima capacidad de cargas y esfuerzos diseñados, en el momento de agrietarse por corte esto tiene que ser superada por una carga externa que supere la máxima carga diseñada al cortante y esto se comprobó que las viguetas pretensadas resisten cargas mayores a su diseño, comparándolo con las viguetas tradicionales reforzadas estas resisten cargas menores al corte que la vigueta pretensada, ya que se demostró en el diseño que el presfuerzo genera grandes resistencias a compresión a $f'c$ 420 kg/cm² y fpu 18000 kg/cm² estos esfuerzos contrarrestan las tensiones en las secciones compuesta de la losa de compresión reduciendo las grietas generadas por tensiones, y estas tensiones son absorbidas por los tensores del preesfuerzo de la vigueta pretensada.

3.1 Ensayo Resistencia a flexión

N°		LARGO	LUZ	FECHA DE	ÁREA	CARGA	ESFUERZO
		METRO	L	ROTURA	(cm ²)	MAXIMA (KG)	(KG/CM2)
1	MUESTRA 1	1	50	20/10/2019	110	6952	63.20
1	MUESTRA 2	1	50	20/10/2019	111	6943	62.55
1	MUESTRA 3	1	50	20/10/2019	110	6966	63.33

Como resultado obtenido por el ensayo de la vigueta a flexión de la vigueta VSR 105 n°1 el esfuerzo a flexión obtenido de 63.20 kg/cm² de la N° 2 el esfuerzo a la flexión nos dio 62.55 kg/cm² y por último el N° 3 dio 63.33 kg/cm² sobre su capacidad máximo de diseño de momentos flectores de 51.38 kg/cm² esto quiere decir que la vigueta se encuentra en las condiciones de diseño propuesto por el fabricante en su manual de diseño.

3.2 Ensayo de Resistencia a la compresión de la vigueta pretensada prefabricada.

Nº	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ROTURA	ÁREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	ESFUERZO (KG/CM2)
1	MUESTRA 1	20/10/2019	110	45680	415.27
1	MUESTRA 2	20/10/2019	110	46120	419.27
1	MUESTRA 3	20/10/2019	110	46450	422.27

Como resultado obtenido por el ensayo a compresión axial al concreto de la vigueta vsr 105 N° 1 nos da que la resistencia máxima es de $f'c$ 415.27 kg/cm², la vsr N° 2 nos da que la resistencia máxima es de $f'c$ 419.27 kg/cm² y por último el vsr 105 N° 3 nos da que la resistencia máxima es de 422.27 kg/cm² sobre su capacidad de esfuerzo máximo diseñado de $f'c$ 420 kg/cm², lo que se determina que el elemento cumple con los diseños solicitados para los esfuerzos de carga solicitado.

3.3 Ensayo de diseño de mezcla de la losa de compresión.

Se propuso un diseño de mezcla de concreto de diseño de $f'c$ 280 kg/cm² de acuerdo a lo establecido por el cálculo de cargas ultimas de la estructura a investigar lo que se determinó lo siguiente:

3.3.1 Ensayo granulométrico del agregado fino (arena gruesa) por tamizado con las siguientes características,

Peso inicial húmedo en (gr.) 969.82

Peso inicial seco en (gr.) 957.00

Módulo de Fineza 3.41

% de Peso 0.36

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		USOS
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100
Nº 6	3.360	98.00	10.24	10.24	89.76	
Nº 8	2.380	87.00	9.09	19.33	80.67	80 - 100
Nº 10	2.000	52.00	5.43	24.76	75.24	
Nº 16	1.190	169.00	17.66	42.42	57.58	50 - 85
Nº 20	0.840	110.00	11.49	53.92	46.08	
Nº 30	0.590	116.00	12.12	66.04	33.96	25 - 60
Nº 40	0.420	103.00	10.76	76.80	23.20	
Nº 50	0.297	90.00	9.40	86.21	13.79	10 - 30
Nº 80	0.177	75.00	7.84	94.04	5.96	
Nº 100	0.149	15.00	1.57	95.61	4.39	2 - 5
Nº 200	0.074	24.00	4.39	100.00	0.00	

3.3.2 Ensayo granulométrico del agregado grueso (piedra chancada 1") con las siguientes características,

Peso inicial húmedo en (gr.) 2760.5

Peso inicial seco en (gr.) 2741.0

% de Peso 0.35

MALLA	ABERTURA	MATERIAL		PORCENTAJES		USOS
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.000					
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
1"	24.500	126.00	4.60	4.60	95.40	100 - 95
3/4"	19.050	633.00	23.09	27.69	72.31	
1/2"	12.500	656.00	23.93	51.62	48.38	60 - 25
3/8"	9.525	394.00	14.37	66.00	34.00	
1.4"	6.350	603.00	22.00	88.00	12.00	
Nº 4	4.760	376.00	7.00	95.00	5.00	10 - 0
Nº 6	3.360	79.00	5.00	100.00	0.00	
Nº 8	2.380	0.00	0.00	100.00	0.00	5 - 0
FONDO						

Obteniendo los resultados de los ensayos granulométricos de los agregados, en el laboratorio se procede a determinar el diseño de mezcla para el concreto de la losa de compresión y ensamblaje de la vigueta lo que obtenemos:

3.3.3 Diseño de mezcla donde se obtiene de acuerdo a las características del agregado lo solicitado:

1.- Datos para el cálculo de diseño

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Slump} = 3\text{-}4''$$

Luego del ensayo físico de los materiales tenemos:

ENSAYO FÍSICO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tamaño máximo nominal	1"	
Módulo de finesa		3.41
Peso unitario suelto	1498	1560
Peso unitario compactado	1612	1845
Peso específico del agregado	2.63	2.72
% de absorción	0.96	0.86
% de humedad	0.35	0.36
Cemento tipo sol I	311	

2.- Resistencia promedio de diseño.

Donde obtenemos el f'_{cr}

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

3.- Calculamos la cantidad de agua y aire atrapado.

Donde obtenemos de las tablas en función al slump solicitado lo siguientes:

$$\text{Agua en litros} = 193$$

$$\text{Contenido de aire en \%} = 1.5$$

4.- Calculamos la relación agua cemento

Donde obtenemos un factor de acuerdo a la resistencia del concreto solicitado lo siguiente:

$$A/c = 0.47$$

5.- Factor del cemento

Sabemos que la relación agua es 193 y el cemento es 0.47 esto es relacionado y obtenemos

lo siguiente:

$$\text{Agua} = 193$$

$$\text{Cemento} = 0.47$$

$$C = 193 / 0.47$$

$$C = 411 \text{ kg}$$

Calculamos el n° de bolsas de cemento a usar, sabemos que una bolsa de cemento pesa 42.5 kg entonces obtenemos lo siguiente:

$$\text{Bolsa} = 411 / 42.5 = 10 \text{ bls.}$$

6.- Agregado grueso

Hallamos el volumen del agregado grueso en función al tamaño del agregado y un factor dado por el módulo de fineza del mismo lo que obtenemos lo siguiente:

Peso unitario compactado x factor de tabla.

$$\text{Ag} = 1612 \times 0.64 = 1032 \text{ kg.}$$

7.- Volúmenes absolutos

Para obtener el volumen absoluto se tiene que dividir el peso obtenido entre el peso específico lo que obtenemos lo siguiente:

Cemento	411	Kg	0.13	M3
Agua	193	Kg	0.19	M3
Aire	1.50	Kg	0.02	M3
Ag. Grueso	1032	Kg	0.39	M3
		SUMA Total. XM3	0.73	
Volumen del Ag. Fino =			0.73	M3
Volumen del Ag. Fino =			0.27	M3

Peso del Ag. Fino =			728	kg

8.- Obteniendo el diseño seco de los materiales tenemos lo siguiente:

Cemento			411	kg
Agua			193	kg
Ag. Grueso			1032	kg
Ag. Fino			728	kg
Suma de valores			2363	kg

9.- Se corrige la humedad del agregado en función al porcentaje obtenido en el ensayo y obtenemos lo siguiente.

Ag. Grueso			1035	kg
Ag. Fino			731	kg

10.- Obteniendo el agua efectiva, esto se obtiene en la corrección del porcentaje de absorción y humedad del ensayo obtenido y se da lo siguiente:

Aporte Ag. Grueso			6.32	kg
Aporte Ag. Fino			3.65	kg
Aporte total			9.97	kg
Agua efectiva			203	kg

11.- Diseño húmedo por metro cubico, esto se obtiene de los resultados totales de los agregados corregidos lo que se da lo siguiente:

Cemento			411	kg
---------	--	--	-----	----

Agua			203 lt
Ag. Grueso			1035 kg
Ag. Fino			731 kg
TOTAL			2380 kg

12.- Obteniendo la proporción del diseño de peso en kg por bolsa de cemento se da lo siguiente:

Cemento			42.5	Kg
Ag. Grueso			107	Kg
Ag. Fino			76	Kg
Agua			21	Lt

13.- Obteniendo como resultado la proporción del diseño en volumen p3 por bolsa de cemento de 42.5 kg lo que se da lo siguiente:

Cemento			1	Bolsa
Ag. Grueso			2.52	P3
Ag. Fino			1.78	P3
Agua			21.01	Lt

Como resultado del diseño de mezcla se determinó en la dosificación para el concreto una relación de agua cemento y agregados en la que para llegar a su solicitud de diseño de $f'c$ 280 kg/ cm² se tendría que mezclarse los materiales obtenidos por 1 bolsa de cemento de 42.5 kg la cantidad de 2.56 P3 de piedra chancada más 1.74 P3 de arena gruesa y por ultimo 21.01 litros de agua



Ilustración 2 Diseño de mezcla - Fuente propia

De acuerdo a la hipótesis específica N° 1 si la aplicación de viguetas pretensada reduce la contracción plástica en la losa aligerada.

Esta hipótesis es verdadera ya que es validada de acuerdo a los resultados del ensayo granulométrico y diseño de mezcla es tener una baja cantidad de finos para no aumentar el volumen de agua en el diseño ya un factor determinante en la aparición de grietas producidas por contracción plástica es la cantidad de agua en el agregado fino y así reducir el agua efectiva, sin alterar la resistencia de diseño y también se comprobó que la vigueta a ser un elemento de alta resistencia producido por el pretensado tiene sometido a toda la sección a compresión, reduciendo las tensiones generadas por la contracción plástica.

3.4 Ensayo de slump (Asentamiento)

N°	IDENTIFICACIÓN	SLUMP EN PULGADAS
		CONO DE ABRAMS
1	MUESTRA 1	3.7"
1	MUESTRA 2	3.8"
1	MUESTRA 3	3.4"

De acuerdo al diseño de mezcla se solicitó un slump de 4" de diseño como máximo para la trabajabilidad del concreto, en campo se hicieron los ensayos del concreto fresco para determinar la consistencia del concreto con el instrumento del cono de abrams en campo y lográndose alcanzar en la muestra 1 un asentamiento de 3,7" en la muestra 2 un asentamiento de 3.8" y por último la muestra 3 un asentamiento de 3.4" sobre el diseño solicitado de un asentamiento de 4" como máximo lo que se determinó que el concreto es aceptable en función a su diseño.



Ilustración 3 Prueba de slump - Fuente propia

De acuerdo con la hipótesis específica N° 2 si la aplicación de viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en la losa aligerada.

En esta hipótesis es verdadera ya que es validada por los resultados realizado en campo con la prueba del slump, (cono de abrams), unos de los factores para reducir las grietas por asentamiento plástico es disminuir el revenimiento del concreto, esta prueba se realizó con el cono de abrams dando como resultado promedio después de las 3 muestras 3.6” pulgadas de su diseño establecido de 4” pulgadas, esto nos da que el concreto en su estado plástico es trabajable y aceptable, también se comprobó que las viguetas pretensadas por su alto valor de resistencia a compresión reduce los esfuerzos de tensiones generados por las restricciones al asentamiento del concreto estos esfuerzos son contrarrestado por la pretensado.

3.5 Ensayo de resistencia a la compresión de la losa de compresión

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD DIAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	ESFUERZO (KG/CM2)
1	PROBETA 1	28.00	08/10/2019	21/10/2019	176.72	50365.20	285.00
1	PROBETA 2	28.00	08/10/2019	21/10/2019	175.95	51025.50	290.00
1	PROBETA 3	28.00	08/10/2019	21/10/2019	174.85	51580.75	295.00

El presente resultado de ensayo de compresión axial del concreto de la losa de compresión se determina que a los 28 días de rotura la probeta N°1 alcanzo resistencia de $f'c$ 285 kg/cm², la probeta N°2 alcanzo resistencia de $f'c$ 290 kg/cm² y por último la probeta N° 3 alcanzo resistencia de $f'c$ 295 kg/cm² se determinó que sobre pasa de la capacidad de esfuerzo máximo de diseño de $f'c$ 280 kg/cm², lo que determina que su esfuerzo a compresión es aceptable para el comportamiento de cargas solicitada.



Ilustración 4 Testigo de curados a 28 días - Fuente propia



Ilustración 5 Muestra de rotura a compresión - Fuente propia

De acuerdo a la hipótesis específica N° 3 si la aplicación de viguetas pretensadas reduce las tensiones en la losa aligerada.

Esta hipótesis es verdadera ya que a los ensayos realizados en la losa de compresión nos da como resultado una mayor resistencia de compresión a lo solicitado en su diseño, la aplicación de vigueta pretensada en la losa aligerada se comprobó su alta resistencia en compresión y flexión, en función a sus carga externa de servicio y ultima, de acuerdo a la comprobación de la vigueta del manual del proveedor su carga momento flector admisible tiene que ser mayor o igual que el momento flector máximo solicitado y esto se dio ya que el momento flector de diseño dio 2043 kg/m. y del manual de la vigueta experimental dio 2085 kg/m eso quiere decir que las condiciones son aceptables para resistir las cargas muertas y vivas y resistencias ultimas de todo el sistema de la losa aligerada en estudio.

3.6 Hallamos el diseño de la losa aligerada con vigueta pretensada y sistema compuesta del proveedor prelisto para hacer aplicado en la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña.

Tomamos en estudio del diseño propuesto de la losa aligerada con la aplicación de viguetas pretensadas compuesta prelisto de bandeja y poliestireno de una luz critica de 6.00 m. en el sótano 3 de los paños 31 de luz 5.25m y 41 de luz 6.00m.

1.- Tomaremos lo datos para el diseño de losa de compresión donde:

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Tomaremos los datos para la vigueta compuesta (bandeja + poliestireno) prelisto donde:

$$F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fpu = 18960 \text{ kg/cm}^2$$

3.- Predimensionamiento del peralte de la losa y lo comprobaremos con el manual de diseño del proveedor donde:

$$h = L / 25$$

h = es el peralte de la losa

L = la luz del paño

Entonces:

$$H = 6.00 / 25 = 0.24 \text{ m. lo redondeamos a } 0.25 \text{ m.}$$

Al compararlo con el diseño del manual de la tabla 3.0 es correcto se verifico una losa de peralte de 0.25m.

PERALTE	LONGITUD DE PAÑOS
0.17	≤ 5.10 M.
0.20	> 5.10 M. y ≤ 6.00 M.
0.25	> 6.00 M. y ≤ 7.50 M.
0.30	> 7.50 M. y ≤ 8.50 M.

Ilustración 6 Tabla 3 del Manual de diseño de una losa compuesta de prelisto

4.- Hallamos el diseño de la losa aligerada con vigueta pretensada y sistema compuesta del proveedor prelisto para hacer aplicado en la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña.

La obtención de la vigueta pretensada, para determinar su características y capacidades de carga y lo comparamos con el manual del proveedor de cargas admisibles donde tenemos:

Peso propio, sobrecargas

Del análisis propuesto se determina que:

Por ser una losa aligerada su peso propio según el metrado de cargas del RNE. $E = 0.20$ para edificaciones tenemos:

Metrado de cargas

Carga muerta

Losa aligerada de $h = 0.25 = 350 \text{ kg/cm}^2 \times \text{at } 0.60\text{m} = 210 \text{ kg/m}$

Cielo raso = $50\text{kg/m}^2 \times \text{at } 0.60\text{m} = 30 \text{ kg/m}$

Suma total de la carga muerta = 240 kg/m

Carga viva

Se consideró por ser sótano donde circularan automóviles una sobrecarga de:

$S/c = 250 \text{ kg/m}^2 \times \text{at } 0.60\text{m} = 150 \text{ kg/m}$

Ahora obtenemos la carga total de servicio

Carga total = $C_m + C_v$

Carga total = $240 \text{ kg/m} + 150 \text{ kg/m} = 390 \text{ kg/m}$

Ahora amplificaremos las cargas como indica el reglamento para determinar la carga ultima donde:

$$\text{Carga ultima} = 1.5\text{CM} + 1.8\text{CV}$$

$$\text{Tenemos } 1.5 \times 240 \text{ kg/m} + 1.8 \times 150 \text{ kg/m} = 630 \text{ kg/m.}$$

Con este dato podemos verificar los momentos flectores admisible y verificar con el manual de vigueta y en función a la luz y sobrecarga obtendremos la serie de la vigueta en estudio.

$$M_f = W \text{ total} \times l^2 / 8$$

$$M_f = 630 \text{ kg/m} \times (6.00)^2 / 8 = 2835 \text{ kg/m.}$$

Ahora con este dato verificamos la serie de la vigueta como indica en la tabla 01 del manual de diseño del proveedor, para determinar la serie de la vigueta y sus características y cargas admisibles.

LOSA							
		17@60	17@50	20@50	20@60	25@50	30@50
VSR 102	ϕMN (kg-m)	720	720	900	900	1170	1440
VSR 103	ϕMN (kg-m)	810	810	1080	1080	1350	1710
VSR 104	ϕMN (kg-m)	1260	1260	1530	1530	2070	2520
VSR 105	ϕMN (kg-m)	1440	1440	1710	1710	2250	2790
VSR 106	ϕMN (kg-m)	1710	1710	2160	2160	2880	3510
VSR 107	ϕMN (kg-m)	2160	2160	2700	2700	3510	4320

Ilustración 7 Tabla 1 del Manual de diseño de una losa compuesta de prelisto

Teniendo esta información en la tabla N° 01 se conoce la serie de la vigueta para este caso en estudio de vigueta simplemente apoyada se tiene que verificar con la siguiente expresión:

$$M_u \text{ Positivo} \leq M \text{ admisible de la vigueta de la tabla 1}$$

El cálculo de w_u del anterior nos dio una carga de 2835 kg/m

Pero verificando su cálculo del diseño del manual de la tabla N° 1 nos correspondería la serie de vigueta VSR 106, pero se va considerar la vigueta de serie VSR 105 en estudio de acuerdo

como indica en la tabla 05 de luz y sobrecarga, ya que en el paño 31 de luz 5.25m también se está considerando la vigueta de serie VSR 105.

Ahora que ya se conoce el peralte y la serie de la vigueta se pasa a diseñar el acero negativo de la losa.

5.- Hallando los aceros negativos por el método de coeficientes del ACI donde determinaremos con los siguientes datos:

$$b = 11 \text{ cm}$$

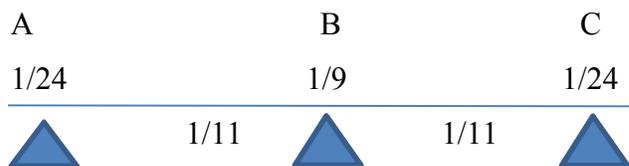
$$d = 25 - 2 = 23 \text{ cm}$$

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

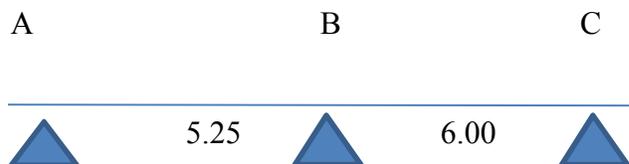
Donde tenemos con la siguiente formula

$$M = w_u \cdot L^2 / n$$

Coeficientes en tres apoyos



Reemplazado tenemos



Para determinar que se cumpla que la luz mayor / la luz menor tiene que ≤ 1.20

Tenemos

$$6.00 / 5.25 = 1.14 \text{ esto es ok.}$$

Ahora determinamos los apoyos:

$$\text{Apoyo en A} = 5.25$$

$$\text{Apoyo en B} = 5.25 + 6.00 / 2 = 5.62$$

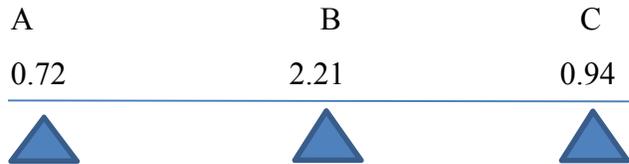
$$\text{Apoyo en C} = 6.00$$

Determinamos los momentos negativos:

$$M_A = 630 \text{ kg/m} \times (5.25)^2 / 24 = 723.51 \text{ kg/m} = 0.72 \text{ t/m}$$

$$M_B = 630 \text{ kg/m} \times (5.62)^2 / 9 = 2210.90 \text{ kg/m} = 2.21 \text{ t/m}$$

$$M_C = 630 \text{ kg/m} \times (6.00)^2 / 24 = 945 \text{ kg/m} = 0.94 \text{ t/m}$$



Determinamos el área del acero lo que tenemos

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \cdot (f_c \times b)}$$

En el apoyo A reemplazando y asumiendo como $a = d/5$ tenemos:

$$A_s = 72351 \text{ kg/m} / 0.9 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 (23 \text{ cm} - 4.6 \text{ cm}/2) = 0.92 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.92 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 / 0.85 \times (280 \text{ kg/cm}^2 \times 11 \text{ cm}) = 1.47 \text{ cm}$$

Haciendo verificaciones en a para que de una constante nos dio que $a = 1.36 \text{ cm}$

Reemplazamos nos da

$$A_s = 72351 \text{ kg/m} / 0.9 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 (23 \text{ cm} - 1.36 \text{ cm}/2) = 0.85 \text{ cm}^2$$

En el apoyo B reemplazando y asumiendo como $a = d/5$ tenemos:

$$A_s = 221000 \text{ kg/cm}^2 / 0.9 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 (23 \text{ cm} - 4.6 \text{ cm}/2) = 2.82 \text{ cm}^2$$

$$a = 2.82 \text{ cm}^2 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 / 0.85 \times (280 \text{ kg/cm}^2 \times 11 \text{ cm}) = 4.52 \text{ cm}$$

Haciendo verificaciones en a para que dé una constante nos dio que $a = 4.52 \text{ cm}$

Reemplazamos nos da

$$A_s = 221000 \text{kg/cm}^2 / 0.9 \times 4200 \text{kg/cm}^2 (23 \text{cm} - 4.52 \text{cm}/2) = 2.81 \text{ cm}^2$$

En el apoyo C reemplazando y asumiendo como $a = d/5$ tenemos:

$$A_s = 94500 \text{ kg/cm}^2 / 0.9 \times 4200 \text{kg/cm}^2 (23 \text{cm} - 4.6 \text{cm}/2) = 1.20 \text{ cm}^2$$

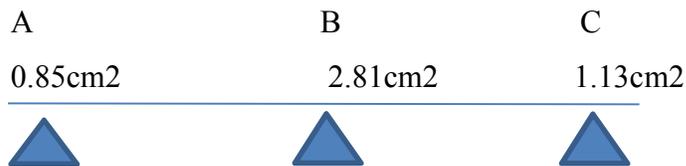
$$a = 1.20 \text{cm}^2 \times 4200 \text{kg/cm}^2 / 0.85 \times (280 \text{kg/cm}^2 \times 11 \text{cm}) = 1.92 \text{cm}$$

Haciendo verificaciones en a para que dé una constante nos dio que $a = 1.81 \text{cm}$

Reemplazamos nos da

$$A_s = 221000 \text{kg/cm}^2 / 0.9 \times 4200 \text{kg/cm}^2 (23 \text{cm} - 1.81 \text{cm}/2) = 1.13 \text{ cm}^2$$

Vemos el área del acero y hallamos la cuantía para los aceros negativos.



Reemplazamos y hallamos la cuantía

Apoyo A = ϕ de 1/2" @ 0.60

Apoyo B = ϕ de 5/8 1 de 3/8" @ 0.60

Apoyo C = ϕ de 1/2" @ 0.60

Viendo el gráfico de diseño del paño 31 y 40 en estudio los resultados son parecidos del acero de refuerzo negativo, entonces estamos en buenas condiciones.

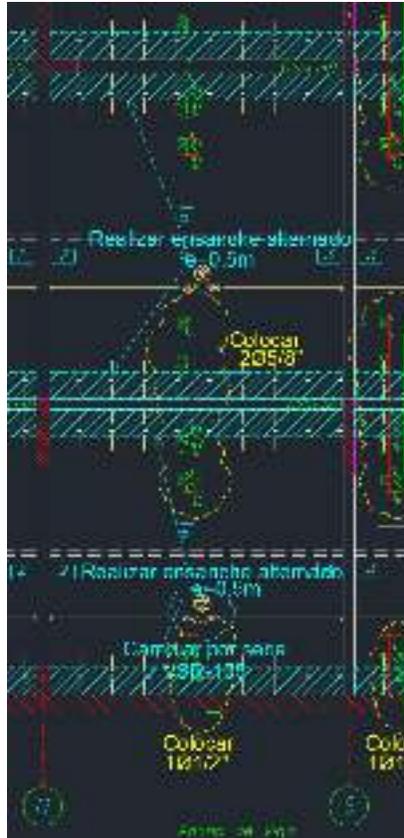


Ilustración 8 Diseño de acero de refuerzo - Fuente propia

Determinando el acero de temperatura en una losa de peralte de 0.25m usando el criterio tenemos que la máxima separación de varilla es 5t o sea 5 veces el espesor de la losa donde:

$$5 \times 5\text{cm} = 25 \text{ cm}$$

Entonces ϕ de 1/4" @ 0.25

Viendo el grafico de diseño de la losa en estudio se muestra que el acero de temperatura tiene los mismo diámetros y esparcimiento esto quiere decir que los resultados están en buenas condiciones.

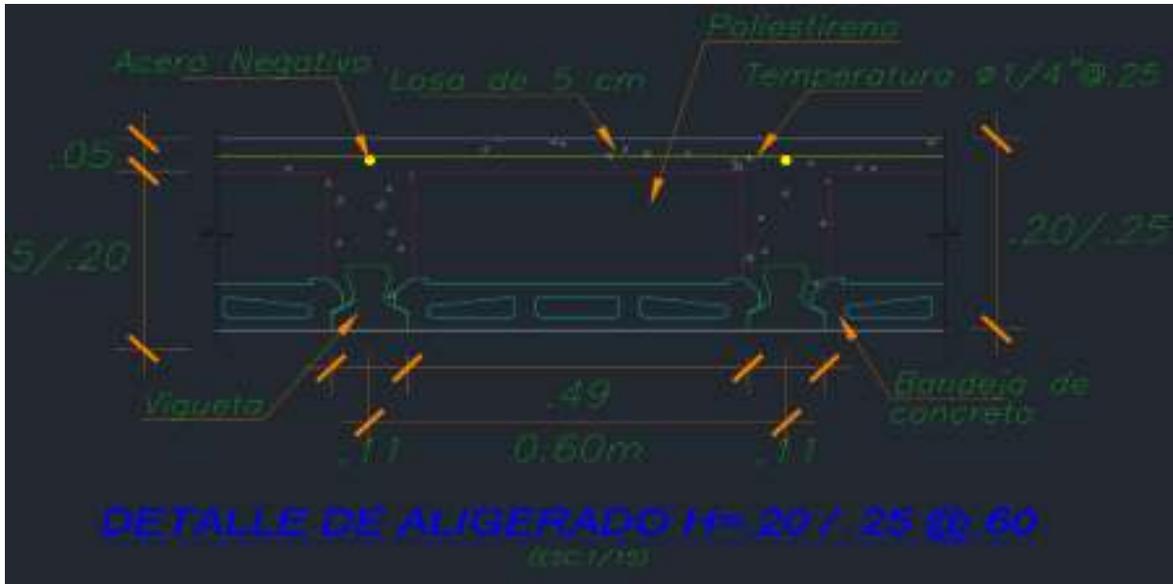


Ilustración 9 Diseño de aligerado - Fuente propia

6.- Hallamos la resistencia al corte de la sección donde tenemos:

Se toma la siguiente fórmula para el corte resistente

$$V = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

Donde:

$$\phi = 0.85$$

$$F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 11 \text{ cm}$$

$$d = 50 \text{ cm}$$

$$V = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{420} \times 11 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} = 5077.87 \text{ kg.}$$

Corte actuante por propio peso.

$$Wp. p = w l/2$$

$$W = 630 \text{ kg /m} \times 0.68 = 428.4 \text{ kg/m}$$

$$Wpp = (428.4 / 100 \times 600 / 2) = 1284 \text{ kg}$$

El remanente de capacidad a corte que se dispone:

$$Vsc = 5077.87 \text{ kg} - 1284 \text{ kg} = 3793.87 \text{ kg}$$

Como $V = W L / 2$ $W = 2V / L$

Tenemos:

$$W = 2 \times 3793.87 / 600 = 12.64 \text{ kg/cm}$$

$$W = 1264.62 \text{ kg/m}$$

$$W_{sc} = 1264.62 / 0.68 = 1859.74 \text{ kg / m}^2$$

Se obtiene la resistencia máxima de sobrecarga, para nuestro diseño.

Flexión	Corte
2835 kg/m	1264.62 kg/m

Los resultados están dentro de lo permisible por el manual de diseño del proveedor, para su losa aligerada con vigueta pretensada y sistema aligerantes, comparado con el cálculo en estudio dando los valores propuesto

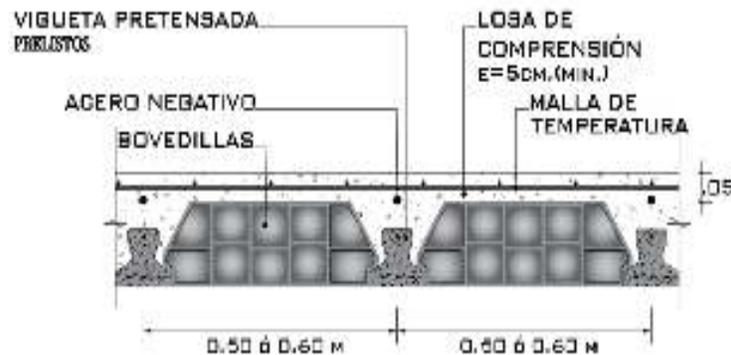


Ilustración 10 Losa aligerada - Fuente manual de diseño

IV. DISCUSIÓN

El objetivo general, Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima – 2019.

Según el autor Hernández E., y Gil L. (2015), en su libro “concreto preforzado y concreto reforzado”, determina que el concreto pretensado es el uso de hormigón de alta resistencia a compresión y el acero activo es de alta resistencia a tracción, las uniones de estos dos elementos alcanzan resistencias considerables, lo cual determina que el ensayo es un valor de carga ultima de agotamiento por capacidad a cortante y flexión donde se incluye la parte correspondiente al peso propio del elemento.

Según el autor PUICÓN, Lizbeth y VÁSQUEZ, Oscar (2018), en su tesis “Uso de viguetas pretensadas para optimizar, tiempo, calidad y costos en el autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores C y D de Lima” en sus resultados de evaluación estructura de una losa con vigueta pretensada, vigueta tralicho (prelosa) y la convencional de una misma área de diseño bajo resistencias ultimas tanto a resistencias a compresión como cortante y flexión, evidencio que la vigueta pretensada soporta más cargas en un 30% que el tradicional y en un 14 % que el de tralicho prelosa.

Según el autor DOMINGUEZ, Aurelio (2015) en su tesis titulada “Análisis teórico y experimental de la capacidad a cortante en forjados de vigueta pretensada” en sus resultados para determinar la resistencia a compresión, cortante y flexión evidencio que los valores están por debajo de 1.5 % del fabricante lo que logra que la vigueta según su diseño del valor de carga ultima está en buenas condiciones, contrastando con mis resultados para determinar la resistencia a compresión y flexión según la capacidad de resistencia ultima se evidencio que los valores están por debajo 2.3% del fabricante, concluyendo que los resultados estudiados están en buenas condiciones a su diseño de carga ultima. Por lo tanto, de acuerdo a la hipótesis general para la reducción de grietas es validad por tener elementos de alta resistencias.

Del objetivo N° 1.- Aplicación de viguetas pretensada reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña. Según el autor (Quispe k. 2018) en su estudio “Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración y agrietamiento del concreto armado en losas aligeradas” determina que una de las causas de asentamiento plástico es cuando los sólidos de la mezcla

tienden a asentarse por la diferencia de pesos específicos lo cual determina que el disminuir el revenimiento del concreto es un factor de reducción de grietas por asentamiento plástico y este ensayo es a través del cono de Abrams.

Según el autor (Hammer, 2007) en su estudio. “Deformations, strain capacity and cracking of concrete in plastic and early hardening phases” las grietas por asentamiento plástico están ubicadas sobre el acero de refuerzo o contiguo a los elementos que restringen el movimiento, esfuerzos de tensión generados por las restricciones al asentamiento del concreto, y en sus resultados obtenidos para reducir las grietas por asentamiento en el cono de abrams es 4”- 6” en su estado plástico, contrastando con mis resultados obtenidos en campo se evidencio un 3.8” de su diseño de 4”, lo que concluye que la mezcla esta buenas condiciones. Por lo tanto, de acuerdo a la hipótesis n° 1 esta es válida ya que la losa aligerada con vigueta pretensada compuesta en su sección de momento positivo es absorbida por el pretensado y en sus secciones de momento negativo de la losa de compresión vaciado en situ, las tensiones son absorbidas por el tendón del preesfuerzo.

Del objetivo N° 2.- Aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas en el sótano de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña. Según el autor (Quispe k. 2018) en su estudio “Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración y agrietamiento del concreto armado en losas aligeradas” determina que una de las causas por contracción plástica es el exceso de agua en el concreto y una mala dosificación, esto se evidencia en un ensayo de diseño de mezcla.

Según el autor Abid Mashure y Abid, (2019) en su studio “A Literature on Comparative Study of Deflection Behaviour of RCC and Pre – stressed Concrete Beams” determinó que en los ensayos de diseño de mezcla que mientras mayor sea el contenido de agua en un concreto, tendera a contraerse más, por lo que realizo proporciones de mezcla con la menor cantidad de agua posible por metro cubico de concreto, determinando el tamaño del agregado y utilizo más agregado grueso que fino, sin perder la consolidación y acabado del mismo, contrastando con mi resultado de diseño de mezcla este se evidencio por la baja cantidad de agua y un mayor volumen en el agregado grueso, como lo demuestra los ensayos de granulometría y del mismo. Por lo tanto, de acuerdo a la hipótesis 2 es válida ya que un buen diseño con bajo contenido de agua y control de campo ayudan a reducir las contracciones en el concreto en la sección de momento negativo de la losa de compresión, ya que la vigueta

pretensada en la sección de momento positivo por ser un elemento pretensado prefabricado elimina estas grietas por contracción del concreto.

Objetivo N° 3.- Aplicación de viguetas pretensadas para reducir los esfuerzos a tensión en la losa aligerada de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña.

Según el autor Hernández E., y Gil L. (2015), en su libro “concreto preforzado y concreto reforzado”, determina que el concreto reforzado es el uso de hormigón y acero pasivo de resistencia a compresión, este se efectúa con el ensayo de esfuerzo a compresión, del diseño solicitado.

Según el autor DOMINGUEZ, Aurelio (2015) en su tesis titulada “Análisis teórico y experimental de la capacidad a cortante en forjados de vigueta pretensada” como resultado de resistencia de compresión de la losa de compresión de acuerdo al diseño solicitado para una losa de vigueta pretensada compuesta se determinó un $f'c$ de 250 kg/cm², lo que se evidencio en su ensayo del hormigón armado de $F'c$ 280 kg/cm² concluyendo que el diseño por cálculo matemático es aceptable, del mismo modo contrastando con mis resultados del concreto reforzado en la capa de compresión de diseño $f'c$ 280 kg/cm² se evidencio después de las muestras obtenidas a los 28 días un $f'c$ promedio a 295 kg/cm² lo que se concluye que el cálculo de diseño es aceptable. Por lo tanto, de la hipótesis N° 3 si se reducen las tensiones en la losa de compresión esta es válida ya que con un concreto de alta resistencia a compresión esta hace que las tensiones sean absorbidas por la compresión tanto en la sección de momento negativo y la sección de momento positivo son absorbidas por la precompresión.

V. CONCLUSIONES

Objetivo General, Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima – 2019. Se concluye que la aplicación de viguetas pretensadas en las losas aligeradas para reducir la grietas es favorable por ser un elemento de alta resistencias a los esfuerzos solicitados gracias al mecanismo del presfuerzo como una combinación de acero y concreto parecida al concreto reforzado con acero tomando tensión y concreto tomando compresión de tal manera que estos dos materiales unidos forman una resistencia contra el momento externo. Si el acero de alta resistencia es simplemente embebido en el concreto, como el refuerzo ordinario de concreto, el concreto alrededor tendría que agrietarse antes de que la resistencia total del acero se desarrolle. Por lo tanto, presforzando y anclando al acero contra el concreto se producen esfuerzos deseables, estos esfuerzos permiten la utilización segura y económica de los materiales para claros grandes lo cual no puede lograrse en el concreto simplemente reforzado.

Del objetivo N° 1.- Aplicación de viguetas pretensada reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña. Se concluye que la aplicación de viguetas pretensadas para la losa como elemento compuesto para reducir las grietas por el efecto de asentamiento plástico, esto es favorable ya que este elemento como material propio es prefabricado y evita los vaciados en campo, unas de las causa del asentamiento plástico por falta del control en campo de los procesos constructivos etc. y como material compuesto a la hora de su ensamblaje con la losa de compresión su comportamiento es permitir que toda la sección este sometida a compresión y reducir las tensiones ya que estas son absorbidas por el presforzado

Del objetivo N° 2.- Aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas en el sótano de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña. Se concluye que para haber contracción en el concreto se tiene que determinar varios factores como es el agua y temperaturas, esto se refleja en un buen diseño de resistencias del concreto, la aplicación de viguetas pretensadas es un elemento de altas resistencias a compresión y tracción y son prefabricadas lo que no se necesitaría el vaciado en campo ya que pasan por controles de calidad y técnica esto hace que evite cangrejeras y grietas en fondo de viguetas como los tradicionales vaciado en situ, como material compuesto para el ensamblaje su

comportamiento es aceptable ya que la losa de compresión es diseñado para su unión mecánica y está por su alta resistencias a compresión también mantiene a toda la sección en compresión los esfuerzos de tensión se reducen una causal de grietas por contracción estos esfuerzos son absorbidos por el preesfuerzo en la losa de compresión.

Objetivo N° 3.- Aplicación de viguetas pretensadas para reducir los esfuerzos a tensión en la losa aligerada de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña.

Se concluye que la aplicación de viguetas pretensadas en losas aligeradas como sistema compuesto reduce las tensiones en el concreto su comportamiento de alta resistencia a compresión y tracción con los alambres presforzado de alta resistencia trabaja como acero positivo capaz de resistir cargas de grandes solicitudes gracias al pretensado, este comportamiento hace que toda la sección en su carga por servicio tenga a toda la losa de compresión absorbida por su preesforzado liberando tensiones en el concreto y reducir la grietas ya que son absorbidas por este mecanismo. Por lo tanto, el concreto pretensado como concepto fundamental es mejorar el comportamiento elástico del concreto para eliminar todos los esfuerzos a tensión en el concreto y reducir la grieta o eliminarlas y también aumentar las resistencias ultimas del elemento.

VI. RECOMENDACIONES

Tomar en cuenta y seguir el manual de diseño del proveedor de viguetas y corroborarlo con su análisis de diseño.

El uso de viguetas pretensadas en edificaciones ya que tiene un ahorro del 15% en costo de ejecución y es más seguro estructural.

Por ser un sistema que pesa menos que el tradicional en un 7%

Es ideal para losas de grandes luces y altas resistencias.

Como es un elemento prefabricado tomar en cuenta los accesos a montaje y distribución.

Es funcional para losas de sótanos de edificación de usos de estacionamientos.

Que su fabricación tiene que ser en lugares donde las herramientas industriales cumplan con las normas técnicas peruanas en nuestro caso tomamos como diseño viguetas pretensadas prefabricadas prelisto.

VII. REFERENCIAS

- ABID, Zeeshan, MASHURE y ABID Sufiyan. A Literature on Comparative Study of Deflection Behaviour of RCC and Pre – stressed Concrete Beams. India: B.N. College of Engineering, 2019. 5059 – 5063pp. ISSN 23950056
- BARREDA [et al.]. Fisuras de contracción en pavimentos de hormigón y aserrado de juntas. Argentina: Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 2013. 111 – 121pp. ISSN 20076835
- BIN, Mohamad, BINTI, Hannifah y AZIRA, Nor. A comparison of construction joint ability on concrete slab applied at construction site. Malasia: ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2016. 2576 – 2580pp. ISSN 18196608
- CARRILLO, Julián, SILVA, Diego y SÁNCHEZ, Martha. Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. Colombia: Ingeniería Investigación y Tecnología, 2016. 499 – 510pp. ISSN 14057743
- CARRILLO, Julián y SILVA, Diego. Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. Colombia: Ingeniería Investigación y Tecnología, 2016. 317 – 330pp. ISSN 14057743
- CRESPO, Saúl [et al.]. Análisis del agrietamiento en concreto a través de la técnica de emisiones acústicas. México: Instituto Mexicano del Transporte, 2016. 75pp. ISSN 01887297
- CUTIPA, Richard (2015). “Análisis y diseño estructural del centro cívico de la ciudad de José Domingo Choquehuanca, del distrito de José Domingo Choquehuanca – Azángaro – Puno”, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú
- DOMINGUEZ, Aurelio (2015). “Análisis teórico y experimental de la capacidad a cortante en forjados de vigueta pretensada”, Universidad de Sevilla, Sevilla – España
- DOMINIK, Tobias (2019). “Development of novel low – clinker high – performance concrete elements prestressed with high modulus carbon fibre reinforced polymers”, Institute for Building Materials, Zurich – Suiza

DYRESJÖ, Patrik y ESKILSSON, Mattias (2016). “An analytical approach for flexural strengthening of double – T slabs with prestressed CFRP laminates”, Chalmers University of Technology, Gothenburg – Suecia

ERIKSSON, Joel y JONSSON, Adam (2017). “Modelling Techniques for Post-tensioned Concrete Slab Bridges”, Chalmers University of Technology, Gotemburgo – Suecia

ERCOLANI, ORTEGA y FELIX. Metodologías para la localización de daño de vigas de hormigón pretensado. México: Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 2017. 262 – 273pp. ISSN 20076835

EYZAGUIRRE, Carlos. Costos y presupuestos para edificaciones. 2^{da} ed. Lima: Editorial Macro, 2018. 390pp. ISBN 9786123045623

GHAFOORIPOUR [et al.]. Flooring Systems with Prestressed Steel Stringers for Cost Benefit. USA: Santa Clara University, 2019. 8pp. ISSN 24720437

GIL [et al.]. Seguridad remanente a flexión en forjados con corrosión en las viguetas. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. 10pp. ISSN 00200883

HAMMER, Arne. Deformations, strain capacity and craking of concrete in plastic and early hardening phases. Noruega: Norwegian University of Science and Technology, 2007. 184pp. ISSN 9878247151914

HERNÁNDEZ, Enrique y GIL, Luisa. Hormigón armado y pretensado. Concreto reforzado y preesforzado. investigación científica. 2^{da} ed. Granada: Grupo de Investigación TEP – 190 Ingeniería e infraestructuras, 2014. 466pp. ISBN 9788415452669

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6^{ta} ed. México: McGRAW - HILL, 2014. 600pp. ISBN 9781456223960

HOLT, Erika. Early age autogenous shrinkage of concrete. Finlandia: Technical Research Centre of Finland, 2001. 197pp. ISSN 14550849

HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Perú: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, 2018. 225 – 234pp. ISSN 23068582

LEACH, Adam. Concrete. Nueva Zelanda: Cement & Concrete Association of New Zealand, 2016. 36 pp. ISSN 11748540

LÓPEZ, Raquel [et al.]. Durabilidad de la infraestructura de concreto reforzado expuesta a diferentes ambientes urbanos de México. México: Secretaria de comunicaciones y transportes, 2006. 257pp. ISSN 01887297

LÖFGREN, Ingemar. Fibre – reinforced Concrete for Industrial Construction. Suecia: Chalmers University of Technology, 2005. 162pp. ISSN 0346718^a

MARTÍNEZ, Lucas. Evaluación de la nueva propuesta de norma sismo resistente mediante el aporte docente en las tesis de diploma. Cuba: Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, 2019. 13pp. ISSN 19908830

MOHD, Syed. Causes and evaluation of cracks in concrete structures. India: Integral University Lucknow, 2014. 29 – 33pp. ISSN 23208163

NILSSON, Martin. Restraint Factors and Partial Coefficients for Crack Risk Analyses of Early Age Concrete Structures. Suecia: Lulea University of Technology, 2003. 185pp. ISSN 14021544

ORTEGA, Luis. Hormigón y Acero. España: Asociación Científico – Técnica del Hormigón Estructural, 2012. 116pp. ISSN 04395689

PAEGLE, Ieva. Characterization and modeling of fiber reinforced concrete for structural applications in beams and plates. Dinamarca: Technical University of Denmark, 2015. 192pp. ISBN 9788778774170

PAZOS, Dorita (2015). “Determinación y evaluación de las patologías de losas aligeradas en el sistema estructural de concreto armado de la posta médica Los Algarrobos – Distrito Piura – Provincia de Piura 2015”, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Piura – Perú

PRAKASH, Shruthi (2018). “Nonlinear Finite Element Analysis of Shrinking Reinforced Concrete Slabs – on ground”, KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo – Suecia

PUICÓN, Lizbeth y VÁSQUEZ, Oscar (2018). “Uso de viguetas pretensadas para optimizar, tiempo, calidad y costos en el autoconstrucción de losas aligeradas de los sectores C y D de Lima”, Universidad Peruanas de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú

QUISPE, Katherine (2018). “Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones”, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú

TENA, Arturo, URBINA, Luis y ARCHUNDIA, Hans. Trabes acarteladas de concreto reforzado continuas diseñadas para fallar por cortante. Parte 2: Mecanismo de resistencia a cortante. México: Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, 2017. 35 – 63pp. ISSN 01850921

TICONA, Edwin (2018). “Análisis y diseño estructural en concreto armado, de un edificio multifamiliar de 6 pisos, ubicado en la ciudad de Arequipa”, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú

TOIRAC, José. Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. República Dominicana: Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 2004. 72 – 114pp. ISSN 03787680

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2^{da} ed. Lima: Editorial San Marco, 2013. 495pp. ISBN 9786123028787

VÉLEZ, Ligia. Permeabilidad y porosidad en concreto. Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2010. 169 – 187pp. ISSN 01237799

VILLANUEVA, Angela (2018). “Evaluación patologías en edificaciones de cinco Instituciones Educativas Públicas del distrito de Pimentel – Chiclayo”, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo – Perú

WILAIWONG, Duttawan y VIVITKEYOONVONG Somphothi. Analysis of horizontal shear strength of precast prestressed concrete slab and concrete topping composites. Tailandia: International Transaction Journal of Engineering Management, & Applied Sciences & Technologies, 2019. 373 – 382pp. ISSN 22289860

ZARDARI, Muhammad y LAKHO, Nawab. Flexural Behaviour of Partially Prestressed Reinforced Baked Clay Beams. Pakistán: Technical Gazette, 2019. 64 – 71pp. ISSN 13303651

VIII. ANEXOS

- ANEXO 01: Matriz de Consistencia
- ANEXO 02: Ficha de Validación
- ANEXO 03: Resultados de Laboratorio
- ANEXO 04: Panel Fotográfico
- ANEXO 05: Costo comparativo de una losa con vigueta pretensada y convencional
- ANEXO 06: Manual de diseño prelisto de losa con vigueta pretensada compuesta
- ANEXO 07: Plano aligerado del sótano 3 del proyecto Varela.
- ANEXO 08: Diseño de una vigueta pretensada paso a paso.

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título:	Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima - 2019					
Autor:	Gary Alonso Delgado Lazo					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	viguetas pretensadas (V.I.)	Esfuerzo a Cortante	Rigidez, resistencia y ductibilidad	Enfoque: Cuantitativo
¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en las losas aligeradas, en la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima – 2019?	Determinar la aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas de las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña, Lima, 2019.	La aplicación de viguetas pretensadas reduce las grietas en las losas aligeradas en la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña, Lima, 2019				
Problema específico 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específica 1				Tipo de investigación: Aplicada
¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019?	<ul style="list-style-type: none"> Determinar que aplicando viguetas pretensadas se reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019. 	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación de viguetas pretensadas reduce el asentamiento plástico en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019. 	Esfuerzo en el concreto	Resistencia a la comprensión	Diseño de la investigación: Está investigación es de diseño experimental ya que cuenta con variables independientes, las que serán manipuladas por el investigador para encontrar cambios en la variable dependiente	

Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 2		Acero pretensado	Resistencia a la flexión	Población: La población es el edificio multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima - 2019.
¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019?	<ul style="list-style-type: none"> Determinar que aplicando viguetas pretensadas se reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019. 	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación de viguetas pretensadas reduce la contracción del concreto en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019. 	Grietas en las losas aligeradas (V.D.)	Asentamiento plástico	Grado de fluidez del concreto	Muestra: La muestra se efectuara en los sótanos de la edificación en una proporción de concreto para medir en su tiempo en 7, 14 y 28 días, siendo el muestreo en probetas de acuerdo a la norma ASTM C39 para los ensayos de resistencia y comprensión de medidas de 0.15 cm de diámetro y 0.30 cm de altura, se efectuara una probeta por el tiempo que se va a probar.
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3		Contracciones en el concreto	Contenido de agua en el agregado	Instrumentos de recolección: Fichas de recojo de datos para ser usados en la evaluación estructural

<p>¿De qué manera la aplicación de viguetas pretensadas mejora el esfuerzo a tensión en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar que aplicando viguetas pretensadas reduce el esfuerzo a tensión en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito de Breña – Lima 2019. 	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de viguetas pretensadas reduce los esfuerzos a tensión en las losas aligeradas de los sótanos de la edificación multifamiliar Varela en el distrito Breña – Lima 2019. 		<p>Esfuerzo a tensión</p>	<p>Resistencia a la compresión</p>	
---	---	--	--	---------------------------	------------------------------------	--

ANEXO 2

FICHA DE VALIDACIÓN

TÍTULO: "Aplicación de viguetas pretensadas para reducir las grietas en las losas aligeradas de la edificación multifamiliar Varela en el Distrito de Breña - Lima - 2019"							
AUTOR: Gary Alonso Delgado Lazo							
Variables	Dimensiones	Indicadores	Según Oseda, (2012, p.177) nos da la siguiente tabla.				
			Validez nula (0,53 a menos)	Validez baja (0,54 a 0,59)	Valida (0,60 a 0,65)	Muy válida (0,66 a 0,71)	Excelente validez (0,72 a 0,99)
			Ingeniero 1	Ingeniero 2	Ingeniero 3		
Aplicación de Viguetas pretensadas	Esfuerzo cortante	Rigidez	0.95	0.95	0.50		
		Resistencia					
		Ductilidad					
	Esfuerzo en el concreto	Resistencia a la comprensión	0.95	0.90	0.95		
		Esfuerzos a cargas					
	Acero pretensado	Resistencia a tracción	0.90	0.95	0.75		
Resistencia a flexión							
Grietas en las losas aligeradas	Asentamiento plástico	Grado de fluidez del concreto	0.95	1.00	0.75		
		Recubrimiento del acero					
		Resistencia del acero					
	Contracción en el concreto	Contenido de agua en la mezcla	0.95	0.90	0.90		
		Humedad relativa					
	Esfuerzos a tensión	Resistencia a la comprensión	0.90	0.95	0.75		
		Resistencia a tracción					
				5,60	5,65	5,60	
				0.93	0.94	0.93	
			Total			0.93	


 Nilton Tomás Méndez Cotrina
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 72720

Ingeniero 1


 CARLOS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.B.I.M. 198542

Ingeniero 2


 WALTER RIVAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. de Comercio Exterior - RUC 2019

Ingeniero 3

ANEXO 3 RESULTADOS



GEOINNOVA INGENIERIA & DISEÑO S.A.C.

INGENIERIA PROYECTOS CONSTRUCCIÓN LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
- ASFALTO Y CONCRETO - ESTUDIOS - GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y
PAVIMENTO ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES ABASTECIMIENTO DE EQUIPO

SOLICITANTE : GARY ALONSO DELGADO LAZO
OBRA : EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA.

UBICACIÓN : DISTRITO DE BREÑA
FECHA : 13 de Setiembre del 2019

DISEÑO DE MEZCLA MET DEL COMITÉ 211- ACI

1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO

RESISTENCIA SOLICITADA

$f'c$	280
ASENT.	3-4 pul

ENSAYO FISICO	Agr. Grueso	Agr. Fino
T MAX NOMINAL	1"	
MODULO DE FINEZA		3.41
PESO UNITARIO SUBLITO	1498	1560
PESO UNITARIO COMPACTADO	1612	1845
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO	2.65	2.72
% DE ABSORCION	0.96	0.56
% HUMEDAD	0.35	0.36
CEMENTO SOL TIPO I	5.11	

2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'ca = 280 + 31 = 311$$

3- CALCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA Y AJRE ATRAPADO

agua en litros - 195 TABLA II.2.1

contenido de aire en % - 1.5 TABLA II.3.1

4- RELACION AGUA CEMENTO

A/C - 0.47



[Signature]
GARY ALONSO DELGADO LAZO
INGENIERO CIVIL
CIP 80738



GEOINNOVA INGENIERIA & DISEÑO

INGENIERIA - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN - LABORATORIO - MECANICA DE SUELOS
 - ASFALTO Y CONCRETO - ESTUDIOS - GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y
 PAVIMENTO - ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES - ABASTECIMIENTO DE EQUIPO

5- FACTOR CEMENTO

$A/C =$ **10** bolsas de C
 $C =$ $195 / 0.47$
 $C =$ Kg

6- AGREGADO GRUESO

1612 x 0.61 = Kg

7- VOLUMENES ABSOLUTOS

	en peso Kg	en volumen	M3
Cemento	413	0.1266	
Agua Ans	193	0.1590	
Ag. Grueso	1.3	0.0200	
	1051	0.3550	
suma de valores:		0.7517	
volumen del Ag. Fino =		1 -	0.2483
volumen del Ag. Fino =			0.2683
peso del Ag. Fino =			728

8- DISEÑO SECO

	en Kg	
Cemento	413	Kg
Agua	193	Kg
Agre. Grueso	1031	Kg
Agre. fino	728	Kg
suma de valores:	2365	Kg

9- CORRECCION POR HUMEDAD

Agre. Grueso	1039	Kg
Agre. Fino	731	Kg





GEOINNOVA INGENIERIA & DISEÑO S.A.C.

INGENIERIA - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN - LABORATORIO - MECANICA DE SUELOS
 - ASPHALTO Y CONCRETO - ESTUDIOS - GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y
 PAVIMENTO ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES ABASTECIMIENTO DE EQUIPO

10- AGUA EFECTIVA		
aporte Ag. Grueso		6.37
aporte de Ag. fino		3.62
aporte total de agua		9.97
Agua efectiva		20.5
11- DISEÑO HUMEDO x Ms		
Cemento		
Agua		111
Agre Grueso		200
Agre fino		1035
		731
		2280
12- PROPORCION EN VOLUMEN		
	Lt/Saco	
Cemento		1
Agre Grueso		2.5
Agre fino		1.7
Agua		21
13- PROPORCION PESO		
Cemento	49.5	Kg
Agre Grueso	100	Kg
Agre fino	76	Kg
Agua	21	Lt
14- RELACION DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO		
Relacion A/C de diseño		0.41
Relacion A/C efectiva		0.45

GEOINNOVA
 INGENIERIA & DISEÑO S.A.C.
 ROLANDO PÉREZ VELAZQUEVA LAMAS
 CIP. 101738

Juan Francisco Ramos Hernández
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 101738

Asoc. Viv San Roque Mz A L9 Campoy - S.J.L

Telf.: 386-0573 Rpc: 949-162-903 Entel: 981-284-029

E-mail: servicios@geoinnovaingenieros.com



GEOINNOVA INGENIERIA & DISEÑO

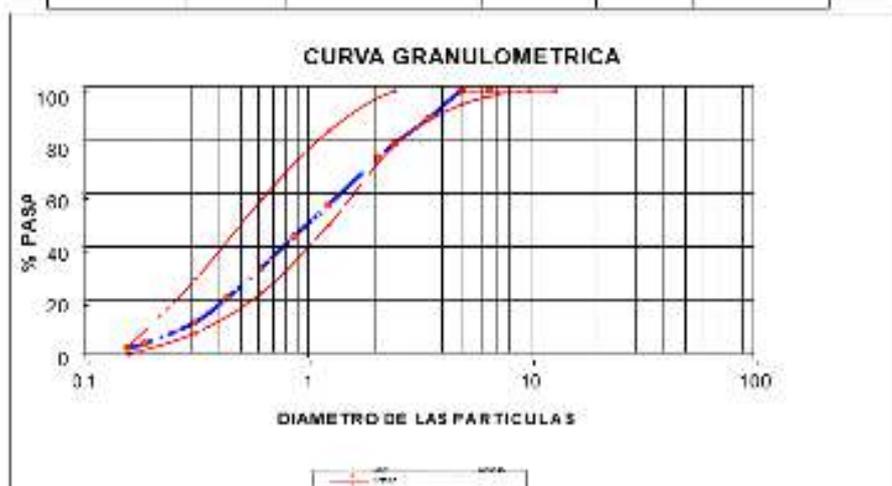
INGENIERIA - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN - LABORATORIO - MECANICA DE SUELOS
 ASFALTO Y CONCRETO - ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y
 PAVTMENTO - ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES - ABASTECIMIENTO DE EQUIPO

SOLICITANTE : GARY ALONSO DELGADO LAZO
 OBRA : EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA.
 UBICACION : DISTRITO DE BREÑA
 FECHA : 13 de Setiembre del 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D - 421

Material	Arcilla	
PESO INICIAL HUMEDO (gr)	969.82	% W 0.38
PESO INICIAL SECO (gr)	957.00	MI 3.41

MALLA	ABERTURA		MATERIAL PASADO		PORCENTAJE PASADO		RANGO
	mm	mic	gr	%	APROX.	EXPL.	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	85 - 100
Nº 6	3.360	98.00	10.24	10.24	10.24	89.75	
Nº 8	2.360	87.00	9.09	19.33	19.33	80.67	80 - 100
Nº 10	2.000	52.00	5.43	24.75	24.75	75.24	
Nº 16	1.190	169.00	17.66	42.42	42.42	57.58	50 - 85
Nº 20	0.840	110.00	11.49	53.92	53.92	46.08	
Nº 30	0.600	115.00	12.12	66.04	66.04	33.95	25 - 60
Nº 40	0.420	103.00	10.76	75.80	75.80	23.20	
Nº 50	0.297	90.00	9.40	85.21	85.21	13.79	10 - 30
Nº 80	0.177	75.00	7.84	94.04	94.04	5.95	
Nº 100	0.149	15.00	1.57	95.61	95.61	4.39	2 - 5
Nº 200	0.074	24.00	4.38	100.00	100.00	0.00	



Hecho Por : Tec. K. Villanueva

Revisado Por : Ing. J. Ramos





GEOINNOVA INGENIERIA & DISEÑO

INGENIERIA - PROYECTOS - CONSTRUCCIÓN - LABORATORIO - MECANICA DE SUELOS
 - ASFALTO Y CONCRETO - ESTUDIOS - GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y
 PAVIMENTO - ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES - ABASTECIMIENTO DE EQUIPO

SOLICITANTE : GARY ALONSO DELGADO LAZO
 OBRA : EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA.
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BREÑA
 FECHA : 13 de Setiembre del 2019

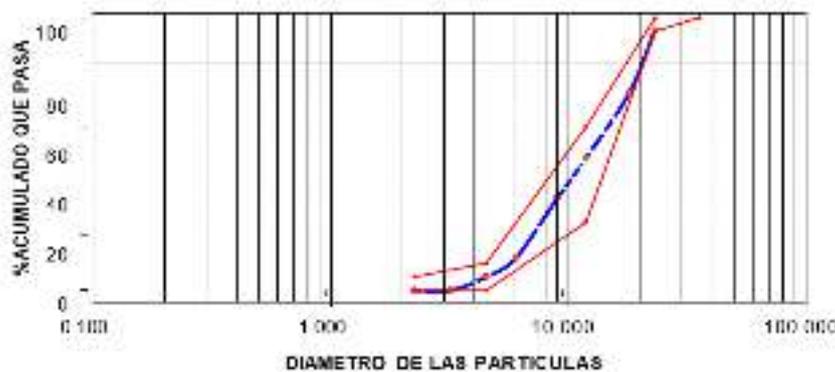
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Material : Agregado Grueso
 Placa Chancada de 1"

PESO INICIAL HUMEDO (gr)	2780.5	Nº W	0.35
PESO INICIAL SECO (gr)	2741.0		

MALLA	ABASTECIDA	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		USOS
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.000					
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
1"	24.500	126.00	4.60	4.00	95.40	100 - 95
3/4"	19.000	603.00	23.08	27.09	72.91	
1/2"	12.500	606.00	23.80	51.52	48.38	90 - 25
3/8"	9.575	364.00	14.37	66.00	34.00	
1/4"	6.350	603.00	22.00	88.00	12.00	
Nº 4	4.750	376.00	7.00	95.00	5.00	10 - 0
Nº 8	3.360	79.00	5.00	100.00	0.00	
Nº 10	2.500	0.00	0.00	100.00	0.00	5 - 0
FONDO						

CURVA GRANULOMETRICA



Hecho Por : TAC. K. VILLANUEVA
 Revisado Por : Ing. J. Ramos





ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-167 NTP 339.034-99

PROYECTO: EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA
UBICACION: DISTRITO DE BRLAÑA
SOLICITANTE: GARY ALONSO DELCADO LAZO
DISEÑO: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

N° 009.GEO-2019

N°	IDENTIFICACION	EDAD DIAS	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (KG)	ESFUERZO (KG/CM2)
1	PROBETA 1	28.00	08/10/2019	21/10/2019	175.72	50385.20	286.00
1	PROBETA 2	28.00	08/10/2019	21/10/2019	175.56	51025.50	290.00
1	PROBETA 3	28.00	08/10/2019	21/10/2019	174.86	51050.70	292.00

OBSERVACIONES: Los resultados corresponden a Tresigas moldeadas y curadas
 $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

GEOINNOVA
INGENIERIA & DISEÑO A.C.
KLEIN RIVERO VILLANUEVA LAZO
Asoc. en Liquidación

Juan Francisco Ramos Hernández
INGENIERO CIVIL
CIP: 80738



ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE LA VIGUETA DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-78, NTP 339.613

PROYECTO: EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA
UBICACIÓN: DISTRITO DE OREÑA
SOLICITANTE: Rury ALONSO FIGUEROA ZD

N° 004.GEO-2019

N°	IDENTIFICACION	LUZ	FECHA DE	AREA	CARGA	ESFUERZO
		L	ROTURA	[cm ²]	MAXIMA (KG)	(KG/CM ²)
1	MUESTRA 1	50	20/10/2019	110	6957	63.20
1	MUESTRA 2	50	20/10/2019	111	6947	62.55
1	MUESTRA 3	50	20/10/2019	110	6966	63.33

OBSERVACIONES: Los resultados corresponden a Muestras por el solicitante de acuerdo como indica la NTP 331.010.

GEOINNOVA
INGENIERIA Y DISEÑO A.C.
KLEIN PEDRO VILLANUEVA LARME
Cco. de Laboratorio

Juan Francisco Ramos Hernandez
INGENIERO CIVIL
CIP. 80738



ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL ENVIGETA DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-167 NTP 339.034-99

PROYECTO: : EDIFICACION MULTIFAMILIAR VARELA
 UBICACION: : DISTRITO DE BREÑA
 SOLICITANTE : Gary ALONSO DELGADO LAZO
 DISEÑO : f'c = 420 kg/cm²

N° 003.GEO-2019

N°	IDENTIFICACION	EDAD	FECHA DE	FECHA DE	AREA	CARGA	EBFUERZO
		DIAS	VACIADO	ROTURA			
1	MUESTRA 1	NO INDICA	NO INDICA	20/10/2019	110	40280	416.27
1	MUESTRA 2	NO INDICA	NO INDICA	20/10/2019	110	16120	119.27
1	MUESTRA 3	NO INDICA	NO INDICA	20/10/2019	110	46400	422.27

OBSERVACIONES: Los resultados corresponden a Muestras por el solicitante.
 f'c = 420 kg/cm²

GEOINNOVA
 INGENIERIA Y DISEÑO S.A.C.
 GARY ALONSO DELGADO LAZO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 80738

Francisco Ramos Hernández
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 80738

ANEXO 4

Panel fotográfico del desarrollo del proceso constructivo de la aplicación de viguetas pretensadas en el proyecto multifamiliar – sótano 3 - Varela - Breña



Ilustración 11 Llegada de la vigueta pretensada y bovedilla - Fuente propia

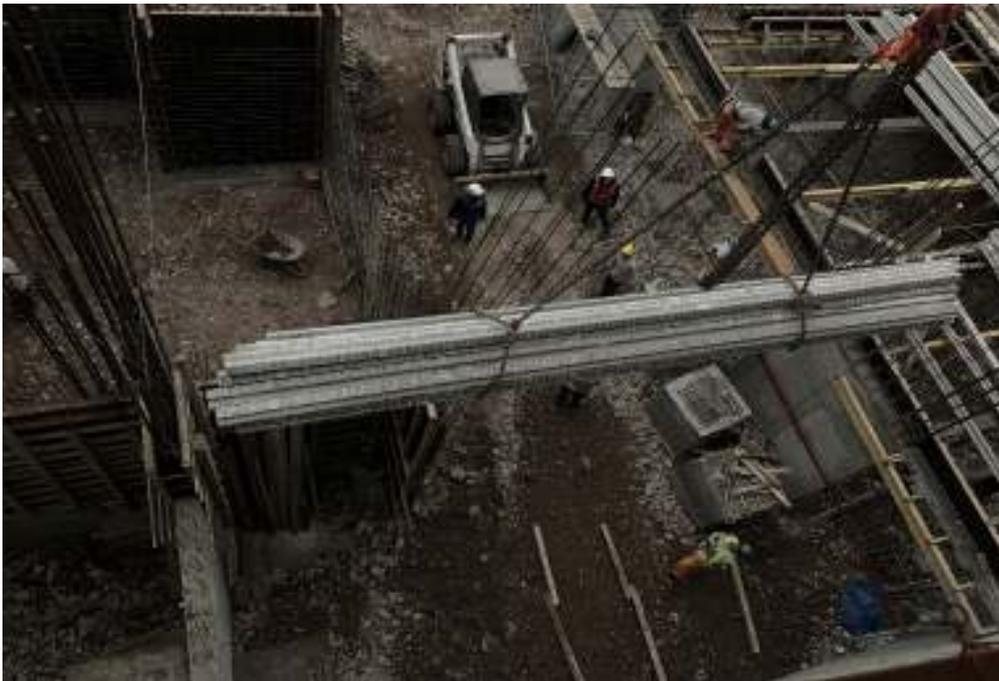


Ilustración 12 Traslado de la vigueta a punto de intervención - Fuente propia



Ilustración 13 Vista de encofrado y aplicación de vigueta - Fuente propia



Ilustración 14 Vista de encofrado y aplicación de vigueta - Fuente propia



Ilustración 15 Instalación de vigueta, bovedilla y acero negativo - Fuente propia



Ilustración 16 Vista de la parte interior - Fuente propia



Ilustración 17 Vista de vaciado de losa a 15 días - Fuente propia

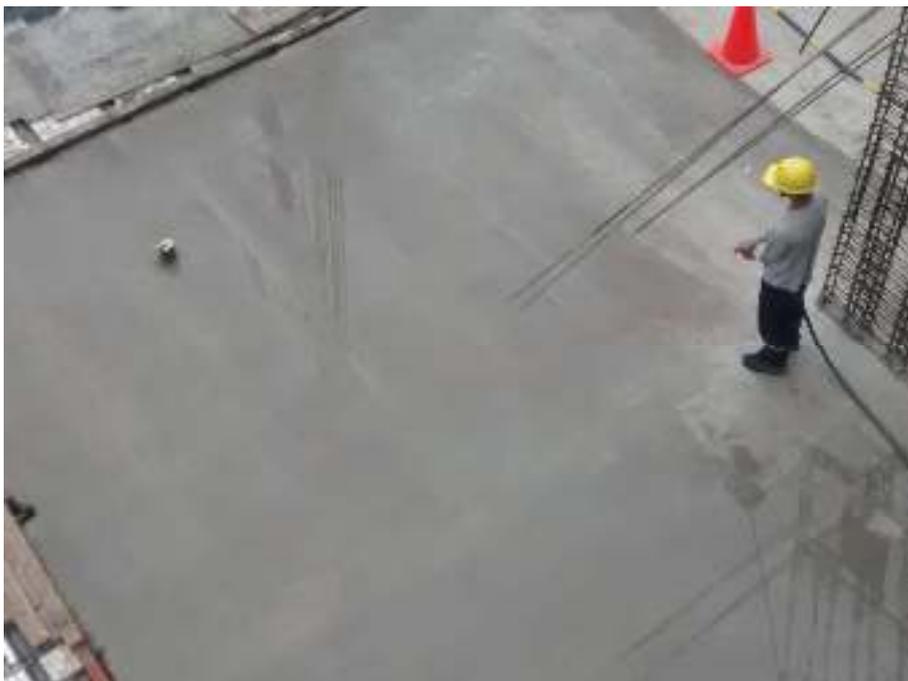


Ilustración 18 Vista del curado de la losa durante 28 días - Fuente propia



Ilustración 19 Probeta de concreto estándar - Fuente propia



Ilustración 20 Tipo de Falla - Fuente propia



Ilustración 21 Herramientas para el diseño de mezcla - Fuente propia

ANEXO 5

COSTO DE UNA LOSA CON VIGUETA PRETENSADA Y LOSA CON VIGUETA REFORZADA CONVENCIONAL

1.- Costo de una losa aligerada vaciado en situ de 150 m², analizaremos el análisis de costo unitario para compararlo y la llamaremos propuesta N° 1

		Presupuesto			
Presupuesto	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	Unid.	Medida	Presupuesto	Presupuesto
Código					
Ítem					
01	LOSA				150,000.00
01.01	CONCRETO F'c = 210	m ³	150.00	150,000.00	150,000.00
01.02	ACERO REFORZADO	kg	10,000	10,000.00	160,000.00
01.03	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,150.00
01.04	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,300.00
01.05	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,450.00
01.06	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,600.00
01.07	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,750.00
01.08	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	160,900.00
01.09	FORMA DE ALUMINIO	m ²	150.00	150.00	161,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				161,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				162,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				163,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				164,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				165,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				166,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				167,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				168,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				169,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				170,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				171,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				172,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				173,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				174,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				175,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				176,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				177,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				178,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				179,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				180,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				181,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				182,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				183,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				184,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				185,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				186,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				187,900.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,050.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,200.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,350.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,500.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,650.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,800.00
	FORMA DE ALUMINIO				188,950.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,100.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,250.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,400.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,550.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,700.00
	FORMA DE ALUMINIO				189,850.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,000.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,150.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,300.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,450.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,600.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,750.00
	FORMA DE ALUMINIO				190,900.00

2.- Costo de una losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de 150 m², analizaremos el análisis de costo unitario para compararlo y la llamaremos propuesta N° 2

Presupuesto		Cantidad		Valor	
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
01	CONCRETO	m ³	150	1.200	180.000
02	ACERO	kg	10.000	1.500	15.000.000
03	AGUILLAS	kg	1.000	1.000	1.000.000
04	BOVEDILLAS	m ²	150	1.000	150.000
05	FORMAS	m ²	150	1.000	150.000
06	ALICATADO	m ²	150	1.000	150.000
07	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
08	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
09	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
10	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
11	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
12	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
13	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
14	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
15	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
16	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
17	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
18	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
19	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
20	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
21	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
22	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
23	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
24	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
25	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
26	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
27	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
28	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
29	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
30	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
31	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
32	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
33	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
34	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
35	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
36	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
37	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
38	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
39	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
40	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
41	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
42	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
43	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
44	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
45	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
46	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
47	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
48	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
49	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000
50	TRABAJO DE MANO	m ²	150	1.000	150.000

Análisis de precios unitarios

Proyecto: 810210 PROPUESTA N°42
 Subproyecto: 01 ESTRUCTURA S de la pasarela
 17/09/2018

00000000	OPERARIO	m	0.000	0.000	0.00	0.00
00000000	401.034	kg	9.000	9.750	10.46	0.71
00000000	PLUM	m	0.000	0.000	0.00	0.00

		Materiales				
00000000	RECONSTRUCCION DE	m		0.000	10.00	0.00
00000000	SERVICIO DE BOMBA	m		0.000	30.00	0.00

		Equipos				
00000000	RECONSTRUCCION DE	mes		0.000	0.00	0.00
00000000	HERRAM. DE CONCRETO-HF1.07	m	0.000	0.000	0.00	0.00

Fecha: 09/01/2018 **CONDICIONES Y PRECIO DE REFERENCIA**
 Instalación: 00000000 EQ. 00000000 EQ. 00000000 **Costo unitario de obra prima** 0.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio U.	Precio B.
00000000	OPERARIO	m	0.000	0.000	0.00	0.00
00000000	401.034	kg	0.000	0.000	10.46	0.00
00000000	PLUM	m	0.000	0.000	0.00	0.00

		Materiales				
00000000	RECONSTRUCCION DE	m		0.000	0.00	0.00
00000000	RECONSTRUCCION DE	kg		0.000	0.00	0.00
00000000	RECONSTRUCCION DE	kg		0.000	0.00	0.00

		Equipos				
00000000	HERRAM. DE MANUALES	mes		0.000	0.00	0.00

Fecha: 09/01/2018 **CONDICIONES Y PRECIO DE REFERENCIA**
 Instalación: 00000000 EQ. 00000000 EQ. 00000000 **Costo unitario de obra prima** 0.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio U.	Precio B.
00000000	OPERARIO	m	0.000	0.000	0.00	0.00
00000000	401.034	m	0.000	0.000	10.46	0.00
00000000	PLUM	m	0.000	0.000	0.00	0.00

		Materiales				
00000000	RECONSTRUCCION DE	m		0.000	0.00	0.00
00000000	RECONSTRUCCION DE	kg		0.000	0.00	0.00

		Equipos				
00000000	RECONSTRUCCION DE	mes		0.000	0.00	0.00

Fecha: 09/01/2018 **CONDICIONES Y PRECIO DE REFERENCIA**
 Instalación: 00000000 EQ. 00000000 EQ. 00000000 **Costo unitario de obra prima** 0.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio U.	Precio B.
00000000	OPERARIO	m	0.000	0.000	0.00	0.00
00000000	PLUM	m	0.000	0.000	10.00	0.00

		Materiales				
00000000	RECONSTRUCCION DE	m		0.000	0.00	0.00

Fecha: 09/01/2018

Análisis de precios unitarios

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Unidad	Cantidad	Costo
Equipos						
MAQUINARIA	1	HORA	3000	0.07	2100	0.07
BOVEDILLA TECNICO						
BOVEDILLA	1	M3	2000.000	0.07	1400.000	0.07
Materiales						
MAQUINARIA	1	HORA	3000	0.07	2100	0.07
Equipos						
MAQUINARIA	1	HORA	3000	0.07	2100	0.07

Cuadro Comparativo del sistema de losas aligeradas			
Descripción	costo final	Peso (kg/m2)	concreto (m3/m2)
Losa aligerada convencional	40792.87	300	0.09
Losa aligerada con viguetas y bovedilla	34938.45	279	0.07
% ahorro del sistema con viguetas pretensadas.	14.35%	7.00%	20.45%

Tabla 2 Cuadro comparativo del sistema de losas aligeradas - Fuente propia

De acuerdo al análisis y comparación de costo y peso de una losa aligerada reforzada vaciada en situ, propuesta N° 01 y viguetas pretensada y bovedilla, propuesta N° 02 se determina que la losa con viguetas pretensadas y bovedilla tiene un ahorro del 14.35% de su costo, pesa menos de un 7% y ahorra en concreto de un 20.45%.

ANEXO 6

MANUAL DE DISEÑO DE UNA LOSA COMPUESTA DE PRELISTO

Si las viguetas son continuas, se usará la Tabla N° 5 que está en función de la luz y la sobrecarga de la losa, se subirá 3 filas y se determinará la serie de la vigueta.

Si las viguetas son simplemente apoyadas (discontinuas), se usará la Tabla N° 5 que está en función de la luz y la sobrecarga de la losa y se determinará la serie de la vigueta.

Pasos para calcular series de la vigueta y los aceros negativos:

- 1.- Seleccionar el paño a calcular.
- 2.- Determinar las cargas que actúan en la losa: Peso propio indicadas en la Tabla 1, peso piso terminado, sobrecarga, cargas adicionales (tabiques, etc.)
- 3.- Amplificar las cargas.
- 4.- Calcular en base a un Cross, Método de los Coeficientes o de un programa de Diseño, los momentos y cortantes últimos, como si se tratase de una losa convencional.

		LOSA					
		<u>17@60</u>	<u>17@50</u>	<u>20@50</u>	<u>20@60</u>	<u>25@50</u>	<u>30@50</u>
VSR102	φMn(Kg-m)	720	720	900	900	1170	1440
VSR103	φMn(Kg-m)	810	810	1080	1080	1350	1710
VSR104	φMn(Kg-m)	1260	1260	1530	1530	2070	2520
VSR105	φMn(Kg-m)	1440	1440	1710	1710	2250	2790
VSR106	φMn(Kg-m)	1710	1710	2160	2160	2880	3510
VSR107	φMn(Kg-m)	2160	2160	2700	2700	3510	4320

Tabla 3 Tabla 1 Mn por espesor de losa aligerada en una dirección – Fuente propia

VIGUETA	LUZ MAX. (M)
VSR102	3.5
VSR103	4.5
VSR104	5.5
VSR105	6.5
VSR106	7.5
VSR107	8.5

Tabla 4 Tabla 2 Longitud máxima de vigueta por serie - Fuente propia

PERALTE	LONGITUD DE PAÑOS
0.17	$\leq 5.10\text{m}$
0.20	$> 5.10\text{m y } \leq 6.00\text{m}$
0.25	$> 6.00\text{m y } \leq 7.50\text{m}$
0.30	$> 7.50\text{m y } \leq 8.50\text{m}$

Tabla 5 Tabla 3 Peralte máximo permitido por ser losa aligerada compuesta pretensada en entrepiso - Fuente propia

PERALTE	LONGITUD DE PAÑOS
0.17	$\leq 6.00\text{m}$
0.20	$> 6.00\text{m y } \leq 6.50\text{m}$
0.25	$> 6.50\text{m y } \leq 8.00\text{m}$
0.30	$> 8.00\text{m y } \leq 8.50\text{m}$

Tabla 6 Tabla 4 Peralte máximo permitido por ser losa aligerada compuesta pretensada en azoteas (S/C) = 100 kG / M2

Altura de aligerado 25@50m, y poliestireno de 20@50

peso propio(kg/m2) = 250

Piso terminado= 100

wu(kg/m) = 330 373 415 458 500 543 585 628 670

L(m)	SOBRECARGA-S/C (KG/M2)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2.5	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.6	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.7	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.8	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.9	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.0	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.1	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.2	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.3	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.4	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.5	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.6	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
3.7	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
3.8	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
3.9	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
4.0	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
4.1	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104
4.2	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104
4.3	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104
4.4	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104
4.5	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.6	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.7	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.8	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.9	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
5.0	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105
5.1	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105
5.2	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106
5.3	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106
5.4	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106
5.5	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106
5.6	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106
5.7	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106
5.8	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106
5.9	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107
6.0	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107
6.1	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107
6.2	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107
6.3	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107
6.4	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107
6.5	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A
6.6	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A
6.7	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A
6.8	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A
6.9	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A
7.0	VSR106	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A
7.1	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A
7.2	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
7.3	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
7.4	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
7.5	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.6	VSR107	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.7	VSR107	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.8	VSR107	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.9	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
8.0	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
8.1	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
8.2	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
8.3	VSR107	VSR107	N.A						

Altura de aligerado 20@50m, y poliestireno de 15@50

peso propio(kg/m2)= 210

Piso terminado= 100

wu(kg/m)= 302 345 387 430 472 515 557 600 642

L(m)	SOBRECARGA-S/C (KG/M2)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2.5	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.6	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.7	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.8	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
2.9	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.0	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.1	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.2	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.3	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102
3.4	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR103
3.5	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR102	VSR103	VSR103
3.6	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103
3.7	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104
3.8	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104
3.9	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104
4.0	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104
4.1	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.2	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.3	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104
4.4	VSR103	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105
4.5	VSR103	VSR103	VSR103	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105
4.6	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR105
4.7	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR105	VSR106
4.8	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106
4.9	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106
5.0	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106
5.1	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106
5.2	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107
5.3	VSR104	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107
5.4	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107
5.5	VSR104	VSR104	VSR104	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107
5.6	VSR105	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107
5.7	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107
5.8	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	VSR107
5.9	VSR105	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A
6.0	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A
6.1	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A
6.2	VSR105	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A
6.3	VSR105	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A
6.4	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A
6.5	VSR105	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
6.6	VSR106	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
6.7	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A
6.8	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
6.9	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.0	VSR106	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.1	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.2	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.3	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.4	VSR106	VSR107	VSR107	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
7.5	VSR106	VSR107	N.A						
7.6	VSR107	VSR107	N.A						
7.7	VSR107	VSR107	N.A						
7.8	VSR107	VSR107	N.A						
7.9	VSR107	VSR107	N.A						
8.0	VSR107	N.A							
8.1	VSR107	N.A							
8.2	VSR107	N.A							
8.3	VSR107	N.A							

ANEXO 7

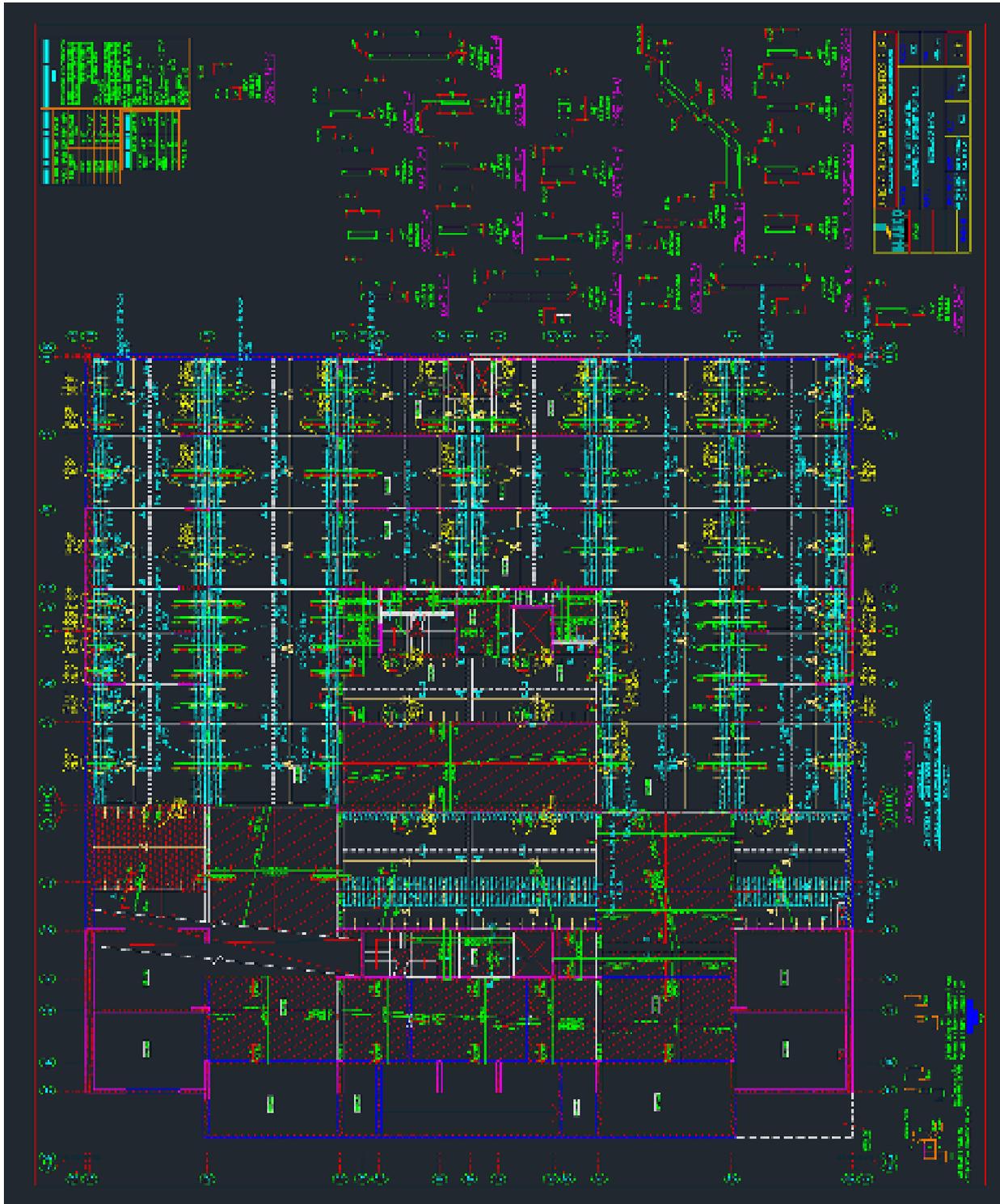


Ilustración 22 Plano del proyecto de investigación de la losa aligerada con vigetas pretensadas en el sótano 3 - Fuente propia

ANEXO 8

Diseño de una vigueta pretensada para una losa aligerada compuesta

Se diseña una vigueta para cubrir una luz de 6.15 mts. Por lo que se usa un peralte de 50 cms. Es de hacer notar que los cálculos se realizan con una luz de 6.10 mts por el anclaje de la vigueta. Se determinará que sobrecarga será capaz de soportar.

1.- comenzar calculando la fuerza que los alambres de pretensado transmiten a la vigueta para ver si resiste la trasmisión del preesfuerzo.

A. Los alambres tienen un esfuerzo a la ruptura ($f's$) = 160 Kg/mm². y 5mm. de diámetro; se tensará al 80% según manda el código ACI 318 sección 18.5, para obtener la fuerza inicial (f_{si}).

$$f's = 160 \text{ Kg/mm}^2.$$

$$f_{si} = 160 * 0.80 = \mathbf{128 \text{ Kg/mm}^2}.$$

B. Una vez obtenido el esfuerzo inicial por alambre se decide el número de alambre que se usara, en este caso serán 15 alambres, obteniendo la fuerza de transferencia.

F_t = Fuerza de transferencia.

$$F_t = 128 \text{ Kg/mm}^2 \times \text{área (mm}^2\text{)}. \text{ Área}$$

$$\text{del alambre} = 19.60 \text{ mm}^2.$$

$$F_t = 128 \times 19.60 = \mathbf{2,508.80 \text{ Kg. Por alambre.}}$$

$$F_t \text{ total} = 2,508.80 \times 15 = \mathbf{37,632.00 \text{ Kg.}}$$

C. Obtenida la fuerza de transferencia, será necesario encontrar el área de la sección que se trabajará, pues no se puede esforzar más de lo que permite el Código ACI 318 en su sección 18.4, siendo las especificaciones:

$$f_- = \text{Esfuerzo en la fibra Extrema en Compresión} = 0.45 \times f'c.$$

$$f_+ = \text{Esfuerzo en la fibra Extrema en tensión en la zona de tensión comprimida} = 1.6\sqrt{f'c}$$

$$f_{ci} = \text{Esfuerzo máximo de compresión del concreto durante la transferencia según Código ACI 318} = 0.60 \times f'c.$$

$$f'c = 6000 \text{ PSI} = \mathbf{421.84 \text{ Kg/cm}^2}.$$

$$f_- = 0.45 \times 421.84 = \mathbf{189.83 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$f_+ = 1.6 \times \sqrt{421.84} = \mathbf{32.86 \text{ Kg/cm}^2}.$$

$$f_{ci} = 0.6 \times 421.84 = \mathbf{253.1 \text{ Kg/cm}^2}.$$



Ilustración 23 Sección de la vigueta de diseño - Fuente propia

Se tiene que obtener el área transversal de la vigueta para lo que se transformara el acero del cordón superior a su equivalente en concreto, por medio de un factor de conversión (n).

$$n = E_s / E_c.$$

$$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2.$$

Para obtener el “ E_c ” se utilizará lo que dicta el Código ACI 318 Sección 8.5. $E_c = 15,000 \sqrt{f'c}$.

$$E_c = 15,000 \sqrt{421.84} = 308,081.16 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$n = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2 / 308,081.16 \text{ Kg/cm}^2 = 6.82.$$

Se integra el Área Total:

$A_{total} = A_{pastilla} + A_{transformada}$. El 2.53 es 2 veces el área de acero del cordón superior.

$$A_{total} = (10 \times 20) + (2.53 \times 6.82) = 217.27 \text{ cm}^2.$$

A continuación, se chequea el esfuerzo de transferencia a que la sección total será sometida por la fuerza de 15 alambres de preesfuerzo.

F_i = Fuerza de transferencia o fuerza inicial.

$$F_i = 15 \times 2,508.80 \text{ Kg} = 37,699.11 \text{ Kg}.$$

f_i = Esfuerzo de compresión inicial transferencia. $f_i = F_i / A_{total}$

$$f_i = 37,699.11 \text{ Kg} / 217.27 \text{ cm}^2 = 173.23 \text{ Kg/cm}^2.$$

Según el Código ACI 318

$$F_{ci} / f_i > 1.$$

$$253.11 / 173.23 = \mathbf{1.46} \quad \text{si chequea.}$$

Como si cumple el esfuerzo de compresión inicial en la transferencia si está dentro de los límites permisibles y por lo tanto se puede aplicar esta cantidad de preesfuerzo a la pastilla de la viga, pues la sección resiste la fuerza de transferencia aplicada.

2.- Como ya se sabe que la viga resiste la transmisión del preesfuerzo, se pasa a diseñar dicho elemento como viga individual, para que se auto soporte simplemente apoyada.

A. Se tiene que obtener la fuerza útil (F_u) de preesfuerzo $F_u = F_i - \text{perdidas}$. Las pérdidas de preesfuerzo serán estimadas según el código AASHTO en 32Kg/mm^2 . Entonces:

$$F_u = 2,508.80 \text{ Kg} - 32 \text{ Kg/mm}^2 \times 19.60 \text{ mm}^2 = \mathbf{1,881.60 \text{ Kg.}}$$

$$F_{u\text{total}} = 15 \times 1,881.60 \text{ Kg.} = \mathbf{28,274.33 \text{ Kg.}}$$

B. se tiene que obtener las propiedades geométricas de la sección simple, que son el centroide y la inercia.



Ilustración 24 Sección de la viga transformada de diseño - Fuente propia

$$\text{Área 2} = \text{Área transformada} = (2.53 \times 6.82) = 17.27 \text{ cms}^2.$$

CÁLCULO DE CENTROIDE
 Calculo de áreas, brazos y momentos
 para el centroide

FIGURA	AREA (cm ²)	BRAZO (cm)	MOMENTOS
1	200	5	1,000
2	17.27	46.5	803.03
TOTAL	217.27		1803.03

$$C = \sum \text{MOMENTOS} / \sum \text{ÁREAS}.$$

$$C = 1,803.03 / 217.27 = \mathbf{8.30 \text{ cms.}}$$

El centroide queda ubicado como se muestra a continuación.

Se calcula la inercia centroidal por el teorema de ejes paralelos. $I_c = 1/12$

$$(20)(10)^3 + (200)(3.30)^2 + (17.27)(38.20)^2.$$

$$I_c = 1,666.67 + 2,178 + 25,201.10 = 29,045.41 \text{ cms}^4.$$

C. Con las propiedades de la sección y la fuerza útil se está en el momento de poder obtener el estado de esfuerzos en la fibra superior e inferior debido al preesfuerzo.

Se asumirá la siguiente convención de signos:

(-) Compresión.

(+) Tensión.

Para los esfuerzos del preesfuerzo la fórmula es:

$$f = -(P/A) \pm (Pec/I).$$

La fórmula anterior se basa en la superposición de esfuerzos producidos por la compresión pura y excentricidad de la fuerza de compresión del preesfuerzo, según la teoría elástica donde:

(P/A): Es la fuerza por unidad de área que soporta un material y se denomina esfuerzo.

“P” es la carga aplicada y “A” es el área de la sección transversal, perpendicular a la carga aplicada.

(Pec/I): esta fórmula se obtiene de los esfuerzos producidos por flexión: $f = Mc/I$, la cual se deduce de las deformaciones elásticas junto con la ley de Hooke, determinando la

forma de la distribución de esfuerzos, y mediante las condiciones de equilibrio, se establece la relación entre los esfuerzos y las cargas; en este caso el momento flector “M” es el que produce la fuerza de compresión, “P” actuando con un brazo de palanca “e” que es la excentricidad, o sea la distancia del eje neutro de la sección, al punto de aplicación de la fuerza, o sea: $M = Pe$.

Según lo anterior:

$f = Mc / I$ donde $M = Pe$. Y
sustituyendo se obtiene: $f =$
 Pec / I .

Según este criterio se calculan los esfuerzos del preesfuerzo en la vigueta:

f_{top} = Esfuerzo en la fibra superior.

$$f_{top} = - (P/A) + (Pec/I)$$

$$F_u = 28,274.33 \text{ Kg. A}$$

$$= 217.27 \text{ cm}^2.$$

$$I = 29,045.10 \text{ cm}^4.$$

$$e = 3.30 \text{ cm.}$$

$$C = 38.20 \text{ cm.}$$

$$f_{top} = -(28,274.33/217.27) + (28,274.33 \times 3.30 \times 38.20 / 29,045.10) = -7.42 \text{ Kg/cm}^2.$$

f_{bot} = Esfuerzo en la fibra inferior.

$$f_{bot} = - (P/A) - (Pec/I)$$

$$F_u = 28,274.33 \text{ Kg. A}$$

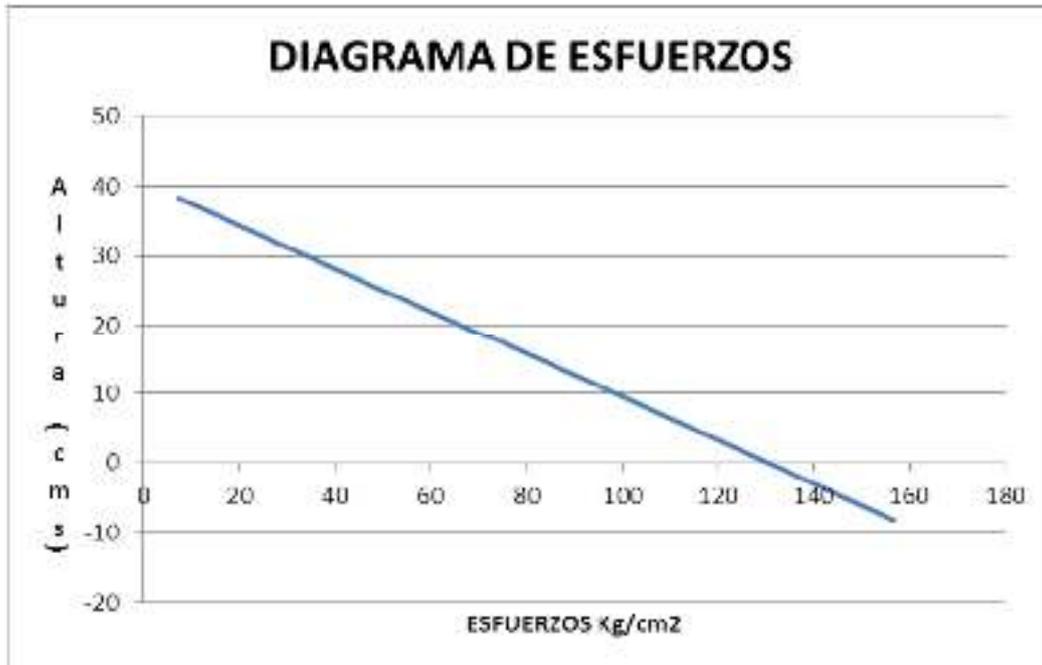
$$= 217.27 \text{ cm}^2.$$

$$I = 29,045.10 \text{ cm}^4.$$

$$e = 3.30 \text{ cm.}$$

$$C = 8.30 \text{ cm.}$$

$$f_{bot} = -(28,274.33/217.27) - (28,274.33 \times 3.30 \times 8.30 / 29,045.10) = -156.78 \text{ Kg/cm}^2.$$



NOTA Los valores positivos derivan de la determinación de signos.

X	Y
7.42	38.2
156.78	-8.3



Ilustración 25 diagrama de esfuerzos de la vigueta simple, bajo la influencia del preesfuerzo - Fuente propia

Chequeo de esfuerzos según el Código ACI 318.

$$f_c = 0.45 \times 421.84 = \mathbf{189.83 \text{ Kg/cm}^2}.$$

$$F_{bot} = -(28,274.33/217.27) - (28,274.33 \times 3.30 \times 8.30 / 29,045.10) = \mathbf{-156.78 \text{ Kg/cm}^2}.$$

$$(f_c / F_{bot}) > 1$$

$$189.83 \text{ Kg/cm}^2 / 156.78 \text{ Kg/cm}^2 = \mathbf{1.21 \text{ si chequea}}$$

D. Seguidamente se tendrá que diseñar la diagonal del joist para que la vigueta se autoporte simplemente apoyada.

Para esta vigueta se tendrá una carga distribuida $W = 50 \text{ Kg/m}$. La fórmula para el corte es:

$$V = wL / 2.$$

$$V = ((50/100) \times 610) / 2 = 152.50 \text{ Kg. El}$$

caso es el siguiente:

El ángulo a utilizar $\gamma = 41^\circ$, ya que con la utilización de este ángulo se reduce la longitud, y con esto se mejora la resistencia a la carga crítica por esbeltez, según la ley de Euler, pues el cordón superior queda sometido a esfuerzos de compresión y esto ayuda a controlar su pandeo.

$$\text{Si } \gamma = 41^\circ \text{ y } \beta = 49^\circ.$$

$$V = \cos 41^\circ \times F_v$$

$$F_v = V / \cos 41^\circ$$

$$F_v = 152.50 / \cos 41^\circ = 202.06 \text{ Kg.}$$

Si se utilizara hierro de 3/8" para la diagonal del joist se obtendrá una fuerza máxima de resistencia a la ruptura de:

$$F = A_s \times f_y.$$

$$F = 0.71 \times 4218 = \mathbf{2995.08 \text{ Kg.}}$$

Como se utilizan dos diagonales la fuerza F se multiplica por dos. $R = 2 \times$

$$2995.08 = 5990.152819 \text{ Kg. Para chequear si resiste se utiliza: } (R / F_v) > 1$$

$$5990.152819 \text{ Kg.} / 202.06 \text{ Kg.} = 29.69 > 1 \text{ Si chequea}$$

El hierro de 3/8" se puede doblar muy bien a ese ángulo del joist.

E. Chequear la deflexión de la vigueta simple, simplemente apoyada, que ocasiona el preesfuerzo (contraflecha).

CALCULANDO LA CONTRAFLECHA:

$M = P_e$ Momento preesfuerzo.

$$M = 28,274.33 * 3.30 = 93,265.76 \text{ Kg. -cm.}$$

$$\Delta_{\max} = (5ML^2/48EI)$$

$$\Delta_{\max} = (5 * 93,265.76 * 610^2) / (48 * 308,081.16 * 29,045.10) = \mathbf{0.4 \text{ cms.}}$$

CALCULANDO LA FLECHA

$W = 0.50 \text{ Kg / cm.}$

$$\Delta_{\max} = (5WL^4/384EI)$$

$$\Delta_{\max} = (5 * 0.50 * 610^4) / (384 * 308,081.16 * 29,045.10) = \mathbf{0.10 \text{ cms.}}$$

Obteniendo la flecha real.

$$\Delta = 0.4 - 0.10 = \mathbf{0.30 \text{ cms.}}$$

3.- Es el momento de chequear cómo funciona la vigueta apuntalada, para lo cual se propondrá los puntales a cada 2 mts. de separación.

El estado de momentos es el siguiente:

Integrando las cargas a las cuales la vigueta será sometida durante el proceso de fundición en obra.

CARGA MUERTA

Peso de la Bovedilla..... $11 / 0.20 = 55 \text{ Kg / mt.}$

Peso de fundición

Losa..... $0.07 * 0.68 * 2,400 = 114.24 \text{ Kg / mt.}$

Complemento nervio..... $0.16 * 0.33 * 2,400 = 126.72 \text{ Kg / mt.}$

240.96 Kg / mt.

Peso Propio $= 50.00 \text{ Kg / mt.}$

RESUMEN

Bovedilla	=	55	Kg / mt
Fundición	=	240.96	Kg / mt
Peso propio	=	<u>50</u>	Kg / mt
TOTAL		345.96	Kg / mt

CARGA VIVA DE TRABAJO EN OBRA (trabajadores y Equipo)

$$C.V. = 100 \text{ Kg} / \text{mt}^2.$$

$$C.V. = 100 \times 0.68 = 68 \text{ Kg} / \text{mt}.$$

SOBRECARGA TOTAL DE FUNDICION EN OBRA

$$S.C.T. = C.M. + C.V.$$

$$S.C.T. = 345.96 + 68 = 413.96 \text{ Kg} / \text{mt}.$$

Según el estado de momentos de la figura anterior:

$$M (+) = W L^2 / 11 = 4.14 \times 610^2 / 11 = 15,053 \text{ Kg. -cm}.$$

$$M (-) = W L^2 / 9 = 4.14 \times 610^2 / 9 = 18,398 \text{ Kg. -cm}$$

A continuación, se obtienen los esfuerzos en la fibra superior e inferior.

NEGATIVO (En primer apoyo interior)

$$f = (+/-) (M_c / I)$$

$$f_{\text{top}} = + (18,398 \times 38.20) / 29,045.10 = 24.20 \text{ Kg. /cm}^2.$$

$$f_{\text{bot}} = - (18,398 \times 8.30) / 29,045.10 = - 5.26 \text{ Kg. /cm}^2.$$

POSITIVO (al centro del primer claro extremo)

$$f_{\text{top}} = - (15,054.53 \times 38.20) / 29,045.10 = -19.80 \text{ Kg. /cm}^2.$$

$$F_{\text{bot}} = - (15,054.53 \times 8.30) / 29,045.10 = 4.30 \text{ Kg. /cm}^2.$$

Chequeando los esfuerzos contra los del preesfuerzo se obtiene la siguiente grafica con sus respectivos resultados.

0.45 f'c > Los Esfuerzos resultantes

$$189.83 \text{ Kg} / \text{cm}^2 > \text{Los Esfuerzos resultantes. Si Chequea.}$$

El cordón superior será esforzado a 50 Kg / cm². Tanto a tensión como a compresión, y su fy es igual 2810 Kg / cm², lo cual indica que soporta perfectamente bien los esfuerzos de trabajo.

Cortante al fundir.

$$V = W L / 2 = 4.14 \text{ Kg} / \text{cm} \times 200 / 2 = 413.96 \text{ Kg}.$$

Fuerza cortante al fundir.

$$FV = V / \text{Cos } 41^\circ = 413.96 / \text{cos } 41^\circ = 548.50 \text{ Kg}.$$

Determinar el área de la varilla requerida para soportar esta fuerza con el valor de fy del acero.

Se probará con hierro de 3/8"

$R = 2,995.78 \times 2 = 5,989.56 \text{ Kg.}$

$FV = 548.50 \text{ Kg.}$

$R / FV > 1 \quad 5,989.56 / 548.50 = 10.92 > 1 \quad \text{si chequea.}$

4.- Ya que la vigueta se soporta así misma, y soporta la carga de trabajo en obra se tiene que chequear su funcionamiento a sección mixta.

A. Determinando la inercia de la sección compuesta transformando el concreto de 421.84 Kg/cm^2 . Con un factor de equivalencia del concreto $n = 0.82$.

OBTENIENDO EL CENTROIDE.

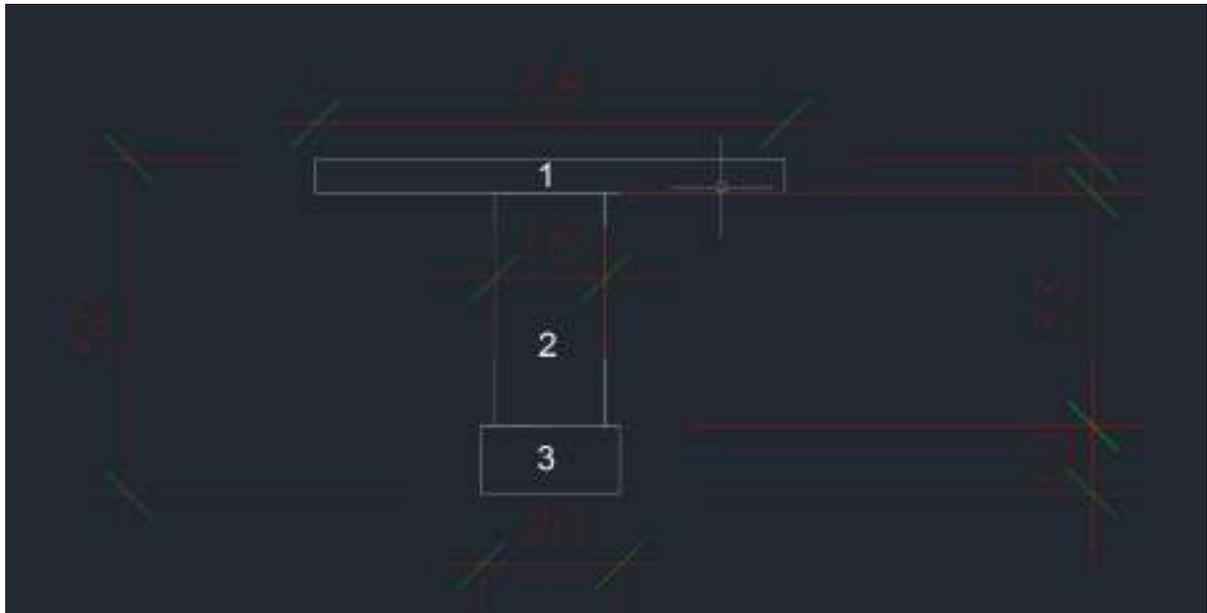


Ilustración 26 obtención del centroide de la losa de diseño - Fuente propia

FIGURA	ÁREA (cm ²)	BRAZO (cm)	MOMENTO
1	388.65	46.5	18,072.34
2	431.11	26.5	11,424.42
3	200.00	5	1,000.00
TOTAL	1019.76		30,496.76

$$C = 30,496.76 / 1,019.76 = \mathbf{29.91 \text{ cms.}}$$

$$e_{\text{pastilla}} = 29.91 - 5 = \mathbf{24.91 \text{ cms}}$$

$$e_{\text{cordon}} = 46.5 - 29.91 = \mathbf{16.59 \text{ cms}}$$

$$I_c = 1/12 (20 \times 10^3) + (200 \times 24.91) + 1/12 (13.12 \times 33^3) + (431.11 \times 3.41^2) + \\ 1/12 (55.76 \times 7^3) + (388.65 \times 16.59^2) = \mathbf{278,459.56 \text{ cms}^4}.$$

B. Obtener el momento que actuara sobre cada vigueta por el peso propio en sí de la losa y el nervio que conforma la sección compuesta endurecida.

Como la vigueta compuesta tiene restricción al giro, se considera semi- empotrada y esto justifica que se use un momento de la siguiente magnitud como promedio.

$$M = W L^2 / 10$$

- Momento por peso propio de la vigueta simple.

$$M = (50/100) \times 610^2 / 10 = \mathbf{18,605.00 \text{ Kg} - \text{cm.}}$$

- Momento por carga de peso propio conformado por la fundición y bovedilla.

$$W = 345.96 - 50 = \mathbf{295.96 \text{ Kg} / \text{mt.}}$$

Entonces.

$$M = (295.96 / 100) \times 610^2 / 10 = \mathbf{110,127.00 \text{ Kg} - \text{cm.}}$$

- Obteniendo los esfuerzos máximos por flexión.

$$f = Mc / I$$

Para la vigueta simple.

$$f_{\text{top simple}} = -(18,605 \times 38,20) / 278,459.56 = \mathbf{-24.47 \text{ Kg} / \text{cm}^2}.$$

$$f_{\text{bot simple}} = (18,605 \times 8.30) / 278,459.56 = \mathbf{5.32 \text{ Kg} / \text{cm}^2}.$$

Para la sección compuesta.

$$F_{\text{top comp}} = -(110,127 \times 20.09) / 278,459.56 = \mathbf{-7.95 \text{ Kg} / \text{cm}^2}.$$

$$F_{\text{bot comp}} = (110,127 \times 29.91) / 278,459.56 = \mathbf{11.829 \text{ Kg} / \text{cm}^2}.$$

C. Se realiza el diagrama de los estados de esfuerzos por peso propio de la sección compuesta y lo obtenido en la sección simple para obtener la pauta de lo que se tiene de esfuerzo disponible para utilizarlo en carga viva y carga muerta sobreimpuesta.

D. A continuación, se analiza la máxima carga que soporta a deflexión, pues a una luz de 6.10 mts., la diferencia puede ser crítica y podría ser limitante de carga.

SIMPLEMENTE APOYADA:

$$\Delta_{\max} = (5L^2 / (48 E I)) \times (W l^2 / 8)$$

Como nuestro momento es para semi-empotrado se asumirá como una aproximación con vigueta semi-empotrada.

$$\Delta_{\max} = (5 W L^4) / (480 E I)$$

$$W = 295.96 \text{ Kg / mt.}$$

$$E = 15,000 \sqrt{421.84} = 308,081.16 \text{ Kg / cm}^2. I$$

$$= 278,459.56 \text{ cm}^4.$$

$$\Delta_{pp} = (5 \times 295.96 \times 610^4) / (480 \times 308,081.16 \times 278,459.56) = \mathbf{0.05 \text{ cms.}}$$

Comparamos esta con la flecha real de la vigueta simple.

$$\text{Flecha real} = 0.30 \text{ cms.}$$

$$\Delta_{pp} = 0.05 - 0.30 = \mathbf{-0.25 \text{ cms. Por debajo de la horizontal.}}$$

Esta deflexión de -0.25 cms. sería la deflexión que quedaría después de endurecido el concreto y retirados los parales de apuntalamiento provisional y podría ser eliminado si se eleva el apoyo en la misma magnitud antes de fundir la losa en obra.

Δ_{max} permisible será

$$= L / 480.$$

$$\Delta_{\text{max}} \text{ permisible será} = 610 / 480 = \mathbf{1.27 \text{ cms.}}$$

Entonces el margen que se dispone para sobrecarga es:

$$\Delta_{\text{s.c.}} = 1.27 - (-0.25) = \mathbf{1.52 \text{ cms.}}$$

$$W_{\text{s.c.}} = (\Delta_{\text{s.c.}} \times 480 \times E \times I) / (5 \times L^4)$$

$$W_{\text{s.c.}} = 1.52 \times 480 \times 308,081.16 \times 278,459.56 / 5 \times 610^4 = \mathbf{90.67 \text{ Kg} / \text{cm.}}$$

$$W_{\text{s.c.}} = 9,067.13 \text{ Kg} / \text{mt.}$$

$$W_{\text{s.c.}} = (9,067.13 \text{ Kg} / \text{mt.}) \times 1.47 = \mathbf{13,333.69 \text{ Kg} / \text{mt}^2}.$$

E. Ahora se calcula la máxima capacidad de resistencia a flexión que tiene la sección compuesta.

El remanente de esfuerzo que se puede utilizar es:

$$f = -139.66 \text{ Kg} / \text{cm}^2. \text{ (Inferior).}$$

$$f = Mc / I \quad M = fI / c$$

$$M = (139.66 \times 278,459.56) / 29.91 = \mathbf{1,300,214.46 \text{ Kg-cm.}}$$

$$M = 13002.14 \text{ Kg. -m} / 1.33 = \mathbf{9776.05 \text{ Kg. -m}}$$

$$M = WL^2 / 10 \quad W = 10M / L^2$$

$$W = (10 \times 1,300,214.46) / 610^2 = \mathbf{34.9426 \text{ Kg.} / \text{c}}$$

$$W = 3,494.26 \text{ Kg.} / \text{m} \times 1.47 = \mathbf{5138.62 \text{ Kg.} / \text{mt}^2}.$$

F. Chequear la resistencia al corte de la sección:

- Tomaremos la siguiente fórmula para el corte resistente.

$$V = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

$$\phi = 0.85$$

$$f_c = 421.84 \text{ kg/cm}^2.$$

$$b = 16 \text{ cms}$$

$$d = 50 \text{ cms.}$$

$$V = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{421.84} \times 16 \times 50 \times 0.82 = \mathbf{6,043.85 \text{ Kg}}$$

Corte actuante por peso propio:

$$V_{p.p.} = W L / 2$$

$$W = 345.96 \text{ Kg / mt.}$$

$$V_{p.p.} = (345.96/100) \times 610 / 2 = \mathbf{1,055.18 \text{ Kg.}}$$

Remanente de capacidad a corte que se dispone:

$$V_{s.c.} = 6,043.85 - 1,055.18 = \mathbf{4,988.67 \text{ Kg.}}$$

$$\text{Como } V = W L / 2 \quad W = 2V / L$$

$$W = 2 \times 4,988.67 / 610 = 16.37 \text{ Kg / cm}$$

$$W = \mathbf{1,635.63 \text{ Kg / mt.}}$$

$$W_{s.c.} = 1,635.63 / 0.68 = \mathbf{2,405.34 \text{ Kg. / mt}^2}.$$

RESISTENCIA MÁXIMA DE SOBRECARGA.

Resumen de sobrecargas permisibles

DEFLEXIÓN	FLEXIÓN	CORTE
13,333.69 Kg / mt ²	5,138.62 Kg / mt ²	2,405.34 Kg / mt ²
31,708.62 Kg - mt	9,776.05 Kg - mt.	4,988.67 Kg.

Como se puede observar manda el CORTE pudiendo utilizar una sobrecarga máxima de 2,405.34 Kg / mt².