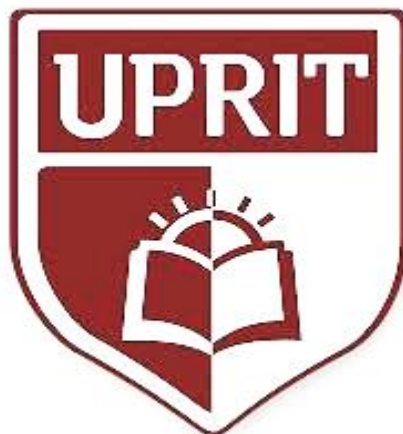


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN  
LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOSAS ALIGERADAS,  
TRUJILLO - 2019**

**TESIS**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. ABELINO JAVIER HUAMAN PINTO**

**ASESOR:**

**Ing. JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2019**



## APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller Abelino Javier Huamán Pinto, denominada:

**“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN  
LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOSAS ALIGERADAS, TRUJILLO  
2019”**

---

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz  
**ASESOR**

---

Ing. Enrique Manuel Durand Bazán  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Guido Robert Marín Cuba  
**JURADO**

---

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz  
**JURADO**



## DEDICATORIA

*La presente investigación está orientado a futuros profesionales en el rubro de la ingeniería civil, de manera especial a aquellos con una orientación académica en el análisis estructural soportado en la seguridad y sostenibilidad de las edificaciones.*

*Las conclusiones han sido generadas por un proceso continuo, representando una tendencia referencial para futuros estudios en los grupos de investigación de la escuela de ingeniería civil, así como para los compañeros que aun cursan las aulas de pregrado.*

*Las directivas generales tienen el propósito fundamental el mejorar el procedimiento constructivo convencional, en tal sentido la investigación así mismo está orientado al conjunto de personas vinculadas al rubro de la construcción, representando una industria joven en nuestro país.*



## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a dios, por haberme permitido tener salud y desenvolvimiento mental durante el proceso del presente trabajo de investigación, el conjunto de consejos ha hecho posible mantener la tranquilidad y motivación en el continuo día a día*

*Los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo no hubieran sido posibles sin el apoyo constante del asesor a cargo, el ingeniero Josualdo Carlos Villar Quiroz, quien contribuyo con el soporte teórico para desarrollar el conjunto de capítulos contenidos en la presente investigación.*

*Finalmente se hace extensivo el agradecimiento a los docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Trujillo por instruir el deseo constante por la investigación sostenible; también se hace una mención especial a las personas que me brindaron su apoyo incondicional tanto familiares como compañeros, quienes representan el punto de apoyo para contribuir con el apoyo a la comunidad académica y ciudadana.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Realidad problemática.....	01
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos.....	16
1.5. Antecedentes.....	16
1.6. Bases Teóricas.....	24
1.7. Definición de términos básicos.....	50
1.8. Formulación de la hipótesis.....	52
1.8.1. Hipótesis General.....	52
1.8.2. Hipótesis Específica.....	53
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	54
2.1. Material.....	54
2.2. Material de Estudio.....	55
2.2.1. Población.....	55
2.2.2. Muestra.....	55
2.2.3. Técnicas, Procedimientos e Instrumentos.....	56
2.2.4. Para procesar datos.....	60
2.2.5. Método de análisis de datos: Inferencia estadística.....	62
2.2.6. Instrumentos de análisis de datos: Prueba T de Student.....	62
2.2.7. Análisis de datos.....	63
2.2.8. Procedimiento de análisis de datos.....	65
2.3. Operacionalización de variables.....	72
III. RESULTADOS.....	73
IV. DISCUSIÓN.....	82
V. CONCLUSIONES.....	88
VI. RECOMENDACIONES.....	89
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 1.....	74
Tabla 2 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 2.....	76
Tabla 3 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 3.....	78
Tabla 4 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 4.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones de losa de concreto armado con fibras de acero.....	55
Figura 2 Población, muestra y muestreo.....	56
Figura 3 Observación.....	57
Figura 4 Técnica e Instrumento.....	58
Figura 5 Procedimiento de recolección de datos.....	59
Figura 6 Método e instrumento de análisis de datos.....	63
Figura 7 Carga Vs. Deformación.....	64
Figura 8 Q-Q normal de Nota.....	65
Figura 9 Procedimiento de Análisis de datos.....	67
Figura 10 Carga vs. Deformación, Ensayo 1.....	73
Figura 11 Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 1.....	74
Figura 12 Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 1.....	74
Figura 13 Curva Carga - Deformación, Ensayo 2.....	75
Figura 14 Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 2.....	76
Figura 15 Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 2.....	76
Figura 16 Curva Carga - Deformación, Ensayo 3.....	77
Figura 17 Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 3.....	78
Figura 18 Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 3.....	78
Figura 19 Curva Carga - Deformación, Ensayo 4.....	79
Figura 20 Curva Momento Vs Deformación, Ensayo.....	80
Figura 21 Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 4.....	80

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo-Perú, se analizó la influencia de adicionar residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas. Para ello se recolectaron residuos de alambre provenientes del encofrado de elementos estructurales, de la construcción del edificio San Gabriel ubicado en la urb. Las Hortensias de California – Trujillo. El propósito del estudio es aprovechar los residuos generados durante el encofrado de zapatas, columnas, placas, vigas, y otros en la construcción convencional para mejorar la resistencia y comportamiento mecánico de las losas aligeradas. Se evaluaron diferentes especímenes que simulaban una losa aligerada con presencia de elementos lineales (tuberías), para luego estudiar su resistencia a la flexión tras adicionar diferentes porcentajes en peso de alambre N°08, con el fundamento de incorporar residuos de construcción con propiedades elásticas que funcionen como refuerzo mecánico de las losas aligeradas. La investigación es de tipo experimental, y tuvo una población estadística de 51 probetas; para evaluar la propiedad mecánica de resistencia a la flexión y confinamiento mediante el coeficiente de Poisson en el concreto de losas reforzadas con fibras de alambre. En cuanto a los resultados se observó que el asentamiento del concreto disminuyó levemente cuando se aumentó el contenido de fibras, además del ensayo a flexión de vigas demostraron que la resistencia al agrietamiento o módulo de ruptura, aumenta al incrementar el contenido de fibra. Los resultados demostraron que el módulo de elasticidad disminuye cuando incrementa la dosificación de fibras debido a que existe mayor absorción de energía. Se concluye que la resistencia y la tenacidad aumentan levemente con el contenido de fibras de acero, alcanzando los mejores resultados cuando la dosificación es de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero.

Palabras clave:

- Residuos de construcción
- Resistencia a la flexión
- Losas aligeradas





## ABSTRACT

The present investigation was developed in the city of Trujillo-Peru, the influence of adding construction waste on the resistance to bending of lightened slabs. For this, wire waste was collected from the structural elements formwork, from the construction of the San Gabriel building located in the urb. The Hortencias of California - Trujillo. The purpose of the study is to take advantage of the waste generated during the formwork of footings, columns, plates, beams, and another in conventional construction to improve the strength and mechanical behavior of the lightened slabs. Different specimens that simulated a light slab with the presence of linear elements (pipes) were evaluated, to later study its resistance to bending after adding different percentages by weight of wire No. 08, with the purpose of incorporating construction residues with elastic properties that work as mechanical reinforcement of the lightened slabs. The research is of experimental type, and had a statistical population of 51 specimens; to evaluate the mechanical property of resistance to bending and confinement by means of the Poisson's coefficient in the concrete of reinforced slabs with wire fibers. Regarding the results, it was observed that the settlement of the concrete decreased slightly when the fiber content was increased, in addition to the bending test of beams showed that the cracking resistance or modulus of rupture increases with increasing fiber content. The results showed that the modulus of elasticity decreases when it increases the dosage of fibers because there is greater absorption of energy. It is concluded that the strength and tenacity increase slightly with the content of steel fibers, reaching the best results when the dosage is 15 kg / m<sup>3</sup> of steel fiber.

### Keywords:

- Construction waste. Flexural strength. Lightened slabs



## I. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. Realidad problemática.

Botero (2008), Afirma que:

A través de la historia el hombre ha dejado huella con sus obras arquitectónicas, a ellas se hace mención cada día por las enseñanzas y los conocimientos vigentes es así que la construcción actual se caracteriza por una serie de tendencias, una de ellas es el aumento de la durabilidad de los materiales utilizados.

Botero (2008), Manifiesta que:

El proceso en diseño de edificaciones se basa en los centros de investigación que estudian las propiedades de los materiales y su rendimiento, código de los funcionarios que adopten y hagan cumplir las normas de seguridad, así como también los profesionales del diseño que determinan las necesidades de los usuarios y el diseño adecuado para satisfacer esas necesidades.

Basulto (2016), Aduce que:

El concreto a emplearse en losas aligeradas será especificado en su resistencia a la flexión o módulo de ruptura (MR) como se conoce en México, en vez de la resistencia tradicional a la compresión ( $f'c$ ) que es comúnmente usado en otro tipo de estructuras de concreto.

Basulto (2016), Manifiesta que:

Lo anterior resulta más claro entender que el someter la losa a cargas dinámicas (sobre carga o montacargas), los esfuerzos a la flexión internas en una losa de concreto, se encuentran cercanos a su resistencia final (MR), es así que los esfuerzos internos de compresión están en contra de su última a la compresión ( $f'c$ ); por otro lado, el diseño de losas de concreto en México viene

desarrollando un sistema denominado Holedeck que se suma a la lista de innovadores metodologías constructivas del medio.

Basulto (2016), Afirma que:

El sistema de Holedeck, emplea 55% menos de concreto a una losa estándar del mismo material, convirtiéndolo significativamente más eficiente y económico, así mismo reduce el espesor de cielos falsos para permitir un mayor número de pisos en edificios altos.

Basulto (2016), Afirma que:

Holedeck viene a ser un sistema estructural para acomodar luces, ductos y otros accesorios mecánicos cuanto a estructura, según los creadores este sistema brinda una forma fácil de acceder, mantener y reorganizar el equipo ubicado en el techo, significando que la gestión y la renovación del edificio se vuelvan mucho más fácil de realizar.

Zhōngwén Míng (2017), Afirma que:

La determinación de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada en china sigue los lineamientos expuesto en la norma UNE-EN 12372:99 cuya característica tiene un valor medio de 15 Mpa en losas de entrepisos, a su vez en china las losas de concreto son denominadas Liang Liancheng (salab), son elementos integralmente reforzados con estructura de hormigón compuesta en forma continua de tramos múltiples.

Zhōngwén Míng (2017), Aduce que:

Estos paneles prefabricados son ampliamente utilizados como techo industrial y en la construcción civil convencional, los paneles prefabricados tienen una placa común con elevada rigidez a la flexión, de tablero hueco y ranurado, dependiendo de la anchura de la placa (losa) de hormigón armado; en

condiciones específicas tienen fabricación local.

Zhōngwén Míng (2017), Afirma que:

El Refuerzo es determinado de acuerdo con el cambio del diagrama de momento de flexión en la dirección de la luz dispuesta por debajo o por encima de la zona de tensión de la losa. El refuerzo es distribuido de manera uniforme y dispuesto en el interior de esta. Con el fin de fijar la posición para el hormigón armado durante el vertido, la retracción del hormigón y el estrés contra los cambios de temperatura que surgen, la placa puede ser reforzada con alambres pretensados.

Hermanus (2015), Afirma que:

Para la prueba de capacidad resistente en losas en Alemania, se efectúan cálculos plásticos a nivel de sección como de estructura, a nivel de sección se utiliza el diagrama tensión-deformación plástico perfecto, tomando como referencia los valores de las propiedades resistentes del HRFA, tomados de investigaciones anteriores que emplearon fibras y dosificaciones parecidas.

Hermanus (2015), Afirma que:

A nivel de estructura se utiliza el método plástico de las líneas de rotura, que relaciona el último momento de la sección la carga en colapso plástico, siendo que la campaña experimental y que consiste en ensayar seis especímenes en forma de loseta circular de 2 m de diámetro, validando el valor de la resistencia de referencia empleada en los cálculos.

Hermanus (2015), Manifiesta que:

El piso de concreto reforzado es el techo más comúnmente realizado en el sector de la construcción. Se requiere un elevado gasto de encofrado, un tiempo relativamente largo y más mano de obra que los techos prefabricados.

Hermanus (2015), Aduce que:

Son elementos de hormigón de gran flexibilidad y la calidad del hormigón debe cumplir con ciertos requisitos estandarizados. En vigor en las normas de Alemania al menos un 20 / C 25 es requerido para soportes de hormigón armado de clase C resistencia del hormigón, en muchos casos se emplea paneles de protección contra incendios ISIBOARD hechas de cuarzo.

Blasco (2012), Indica que:

“En Perú, la resistencia a la flexión de losas se analiza determinando el esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en un espécimen antes que se agriete o se rompa en una prueba de flexión.”

Blasco (2012), Señala que:

Se muestra la resistencia en fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a flexión para materiales que no se rompen en el ensayo de flexión que es sinónimo de módulo de rotura, se destaca que la ingeniería peruana está al día con los sistemas constructivos en concreto armado, pre o pos tensado e incluso prefabricado.

Blasco (2012), Aduce que;

En cuanto a losas de concreto armado existen diversos modelos estructurales con diferentes sistemas constructivos, como son las losas en dos direcciones, con casetones o waffles, losas sin vigas, con viguetas pretensadas prefabricadas, con volados grandes, con vigas chatas de luces importantes, finalmente, el diseño en concreto armado de acuerdo a la resistencia a la flexión de losas en los últimos 40 años varió del método de cargas en servicio al método de cargas amplificadas o de resistencia última.

Blasco (2012), Aduce que:

En general las edificaciones en Perú se ven influenciadas por los avances tecnológicos desarrollados en la capital peruana (Lima) donde hoy en día el sistema de losa aligerada unidireccional, para evaluar su resistencia a la flexión se evalúa su máximo esfuerzo sometido de la fibra en un espécimen justo antes que se raje o colapse en una prueba de flexión.

Ministerio de vivienda (2009), Aduce que:

Se muestra la resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no colapsan en la prueba de flexión, siendo similar al módulo de rotura y en el sistema tiene un mayor rango de aplicación, ya que es un sistema común por su menor peso y porque los ladrillos entre viguetas proporcionan mejores propiedades acústicas, aislamiento, además facilita las instalaciones eléctricas y sanitarias es así que los ladrillos encofrados a las viguetas de concreto armado, éstas se dispondrán en el sentido de menor longitud del ambiente.

Ministerio de vivienda (2009), Aduce que:

La construcción ha incrementado abruptamente durante los últimos 10 años en la provincia de Trujillo, enmarcada por nuevos métodos constructivos basados en la norma de concreto E-060, que brinda los lineamientos para estudiar sus propiedades mecánicas, también se conoce que el esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en un espécimen justo antes de que se rompa en el ensayo de flexión.

Ministerio de vivienda (2009), Aduce que:

La resistencia de fluencia de la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión,



similar al módulo de rotura, particularmente para mejorar la resistencia a la flexión de las losas aligeradas de concreto armado a nivel de vivienda unifamiliar se componen de un refuerzo lineal y uniforme (viguetas) delimitados por ladrillos de arcilla.

Ministerio de vivienda (2009), Aduce que:

A nivel de edificaciones multifamiliares se viene utilizando concreto premezclado con resistencia promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, que en algunos casos las viguetas son prefabricadas, estas características proveen mejor desempeño en las propiedades mecánicas del elemento.

Ministerio de vivienda (2009), Afirma que:

El principio de diseño para la resistencia a la flexión de losas de concreto armado y aligeradas es el “Método por Resistencia”, también llamado “Método de Rotura” indicado por la Norma de Concreto E-060, la propiedad mecánica de resistencia a la flexión de losa aligerada, cuyo elemento está compuesta predominantemente por bloques de 30x30x20, que se colocan entre viguetas de 10 cm. , las viguetas se diseñan por corte sin considerar contribución del acero ( $V_s=0$ ); cuando el cortante actuante es mayor que el proporcionado por el concreto se requiere el uso de ensanches; estos ensanches se logran retirando alternadamente ladrillos del aligerado en los extremos de la losa, de manera que se aumente el área de concreto, y consecuentemente aumenta la resistencia al corte.

Aguilar (2014), Señala que:

Se llevó a cabo una serie de ensayos en modelos de losas tipo panel, con alma de poli estireno expandido y refuerzo a base de malla ingenieril (malla electro soldada), con el objetivo de poder determinar una comparación directa con

Elementos “tradicionales”, se observó un modelo de losa maciza de concreto reforzado, ubicándose que los patrones de agrietamiento, de daño y composición del mecanismo de falla, no variando de manera significativa entre los modelos considerados, así mismo el límite de comportamiento elástico de los modelos y el nivel máximo de carga admisible en el estado límite de servicio es superior a 100%, para los elementos de menor peralte siendo superior al 600% para el elemento de 30 cm de peralte.

Carrillo (2016), Aduce que:

Estudiaron el desempeño de losas de concreto reforzadas con fibras de acero en dosificaciones de 5.9 y 18 kg/m<sup>3</sup>, como alternativa de las losas de contrapiso para vivienda reforzadas con malla electro soldada, los ensayos de caracterización de las propiedades mecánicas del material demostraron que el módulo de elasticidad disminuye cuando incrementa la dosificación de fibras, debido a una disminución de la cantidad de agregado grueso por la presencia de las fibras.

Carrillo (2016), Afirma que:

“Las curvas carga-deflexión y tenacidad-deflexión mostraron la diferencia de la carga máxima de las losas, las deflexiones en las cargas máxima y última y la tenacidad en la falla aumentaron significativamente al incrementar la dosificación de fibras de acero.”

Ruíz (2016), Aduce que:

Analizó la eficiencia estructural entre una losa nervada y una losa alivianada con pelotas de plástico y de acuerdo al análisis matemático los resultados reflejan que la losa alivianada con pelotas de plástico sufre mayor deflexión teniendo así un valor de 0.57cm a relación de la losa nervada que tiene un valor



de deflexión de 0.03cm, estos resultados con lo que respecta al método utilizado para el análisis de cada una de las losas que finalmente concluye que una losa nervada resulta eficientemente mejor que una losa con pelotas de plástico, reflejado en las deflexiones obtenidas y, además, mucho más económicas.

Chavarry (2015), Manifiesta que:

“Se analizó y comparó el comportamiento estructural y económico de una losa aligerada y una losa colaborante, utilizando placas AD-600, para ello evaluó el efecto de la lámina de acero y estableció un procedimiento válido para su diseño y modelamiento.”

Chavarry (2015), Aduce que:

Se definió que las losas aportantes tienen mayor momento resistente así mismo desarrollan mayor resistencia al esfuerzo cortante siendo la deflexión total menor al de una losa aligerada y en las estructuras constituidas podemos ubicar el sistema de losa aportante, el cual está constituido por láminas de acero que trabajan como encofrado y constituyen el refuerzo positivo cuando al concreto se fragua.

Chavarry (2015), Señala que:

La tendencia global en el rubro de la construcción se ve cada vez más influenciada por la sostenibilidad y conservación del ecosistema, en tal sentido se busca incorporar modelos y materiales constructivos que sean eficientes con los recursos propios de cada lugar, particularmente, se puede observar que las investigaciones relacionadas a las losas aligeradas en edificaciones tienen una variable común, pues buscan incorporar elementos en su composición que mejoren su resistencia, disminuyan la cantidad de concreto o reduzcan su peso



específico, dado que las losas forman un elemento necesario en el entrepiso se estima que su uso seguirá siendo parte del desarrollo tecnológico, por ello es determinante conservar las características estructurales de diseño, que casualmente son relegados por agentes externos un caso particular es el de las losas con gran densidad de instalaciones sanitarias, sin duda un tema a tener en cuenta.

Actualmente la empresa SIKA viene distribuyendo un producto dirigido específicamente a losas de concreto. Se trata de fibras metálicas que mejoran la resistencia en losas y previenen la fisuración del concreto. Estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para volúmenes entre 0.03% a 0.15% del mismo. También las fibras en losas y pavimentos reemplazan la malla electro soldada que es colocada en el centro del espesor (otros autores prefieren localizarla en el centro del tercio superior), destinada a absorber los esfuerzos de temperatura y retracción en dichos elementos.

La empresa TECHOMAX ofrece un dinámico sistema de losas aligeradas, que forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas, oficinas u otras edificaciones. Constituido por viguetas prefabricadas pretensadas, bovedillas y la losa vaciada in situ. Permite colocar instalaciones eléctricas, sanitarias, entre otras. Reduce la cantidad de material en la construcción de la losa, desde un 5 hasta un 12 % por m<sup>2</sup>, dependiendo del diseño. Exige menor cantidad de acero y de concreto por m<sup>2</sup>, no requiere armado de fondo de losa, sólo soleras y puntales como elementos de apoyo. Por último, Cuenta con Certificado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con RM N°331-2005-VIVIENDA.

Pre esforzados mexicanos de Tizayuca SA produce sistemas de pisos prefabricados a partir de viguetas de concreto pretensadas y bovedillas de cemento-arena. En los

sistemas de piso prefabricados la capacidad de carga está dada por la cantidad de acero de pre esfuerzo, multiplicado por la distancia del centro de los aceros al lecho alto de la losa (la fibra más comprimida) no importa el peralte de la vigueta. El diseño de los componentes aligerantes permite, durante el proceso constructivo, soportar directamente el peso del concreto cuando éste es colado, sin sufrir deformaciones, fisuras o fracturas que afecten la seguridad de la estructura.

Dentro de una edificación se conciben una serie de sistemas estructurales, entre ellos encontramos las losas, que pueden ser macizas o aligeradas y cuya función principal es servir como entrepiso. Particularmente las losas aligeradas presentan un desempeño dinámicamente sencillo; desde su concepción se han incorporado características y metodologías que han optimizado su construcción.

Las losas aligeradas se diseñan como elementos en flexión, por ello la zona traccionada es estáticamente inactiva para el concreto pudiendo en consecuencia ser eliminado para dejar esa zona vacía, o bien ser reemplazada por materiales más livianos, incluso con mejor aislamiento térmico o acústico, dejando únicamente a las viguetas con la función estructural. En Perú el mencionado sistema se encuentra al acceso del ciudadano promedio debido a su baja complejidad y razonable costo económico. Por otro lado, en los últimos años se ha evaluado en las losas aligeradas una característica puntual, que modificada sus propiedades de diseño. Nos referimos a una serie de elementos indiferentes que forman parte de su composición, como son las instalaciones eléctricas, de gas, sanitarias, etc. Y es que la permanencia de personas dentro de las edificaciones, ha de producir necesariamente una acumulación de aguas negras y jabonosas, de gran contenido contaminante.

La función por lo tanto de las instalaciones sanitarias, es hacer que estas aguas desaparezcan tan pronto como sea posible, antes que estos residuos requieran un alto



grado de descomposición y pueda herir los sentidos o dañar la salud. Es imprescindible entonces que todas las viviendas cuenten con un sistema de canalización doméstico, que les permita conducir las aguas negras o jabonosas a los sistemas de alcantarillado, estas redes domésticas implican contar con una acometida, un colector, bajantes, tubos de ventilación, ramales de artefacto, sifones de aparato y aparatos sanitarios.

Algunas investigaciones muestran que la presencia de estos agentes externos no repercute significativamente en la resistencia mecánica de la losa, siempre que no modifiquen o alteren su refuerzo longitudinal brindado por las viguetas o vigas que la soportan. Convencionalmente es un concepto claro para los ingenieros civiles, sin embargo su aplicación se ve relegada por la falta de coordinación entre los profesionales de cada especialidad, que finalmente pasa a ser un detalle obviado durante el modelamiento y posterior diseño.

Específicamente, las losas que sirven como espacio de las partidas de saneamiento en edificaciones son quizás el ejemplo más representativo, en estas encontramos muchas veces elementos lineales que cruzan y cortan el refuerzo fundamental, el problema se intensifica cuando el diámetro de las piezas llega a ser de cuatro pulgadas; en el campo este detalle hace generalmente que el operario de construcción altere la altura de las vigas cortas cuando las piezas no encajen en la membrana según lo indican los planos.

El proceso causa aparentemente una disminución en la resistencia del elemento sometido a elongación. Los vacíos generados por la serie de elementos lineales, como son el ramal principal y sus componentes muchas veces incluyen conexiones de desagüe, sumideros, lavandería, etc. En ese sentido tenemos que el troncal (ramal principal) generalmente tienen un diámetro de cuatro pulgadas que vendría a ocupar  $8.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  de volumen por metro lineal de conexión. En suma, la presencia de instalaciones sanitarias en partidas de saneamiento provoca necesariamente una

elevada densidad de piezas por metro cuadrado de losa que volumétricamente oscila aproximadamente entre el 5% y 30% del elemento.

En esta investigación se propone analizar la influencia de adicionar residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias es así que se plantea evaluar diferentes especímenes que simulen una losa aligerada expuesta a condiciones convencionales con presencia de elementos lineales (tuberías), para estudiar su resistencia a la flexión tras adicionar diferentes porcentajes en peso de alambre #8. En la construcción convencional el encofrado de los diferentes sistemas estructurales como son columnas, placas, vigas, losas, etc., mayormente de madera, incluso en edificaciones que requieren un acabado de concreto tipo caravista se acostumbra utilizar también dicho sistema, el procedimiento clásico de encofrado hace necesario el empleo de materiales adicionales como son el alambre, clavos, laca, etc., por otra parte, se estima que en promedio por metro cuadrado de encofrado en un elemento vertical se emplea 0.7 kg de alambre # 8, que finalmente pasan a convertirse en un desecho finalizado su propósito.

La parte fundamental de la investigación es aprovechar los residuos generados por el encofrado de las diversas partidas de estructuras en una edificación, para mejorar en consecuencia la resistencia y serviciabilidad en losas aligeradas destinadas albergar elementos de saneamiento. El principal resultado de reutilizar los desperdicios previamente definidos será contribuir con la disminución de elementos contaminantes dentro de la obra, de igual forma su aprovechamiento omitirá los costos proyectados por eliminación de los mismos, así mismo, debido al problema generado por la elevada densidad de piezas en losas aligeradas destinadas a espacios de saneamiento, se busca mejorar y contribuir con el desempeño estructural de la membrana, ya que su concepción y diseño no toman en cuenta las variables especificadas previamente.

Para conocer las características de comportamiento de los modelos, se medirán las deformaciones unitarias y desplazamientos en puntos diversos de los mismos, y además se monitorearán los valores de cargas aplicadas en el centro de la losa.

Se usarán deformímetros eléctricos para medir deformaciones unitarias en puntos específicos del refuerzo longitudinal, se usaron extensómetros para medir directamente el desplazamiento vertical que describieron algunos puntos específicos de los modelos y una celda de carga calibrada con gato hidráulico de ensayo para medir las sollicitaciones sometidas a diferentes estados del ensayo; para los desplazamientos se emplearán transductores de desplazamiento lineal, las medidas de deformaciones unitarias, como de los desplazamientos, como la carga aplicada, serán leídas y almacenadas a través de un dispositivo de adquisición de información conectado a una computadora.

## **1.2. Formulación del problema.**

¿De qué manera influye la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas de concreto en Trujillo en 2019?

## **1.3. Justificación.**

El presente trabajo de investigación se enfoca principalmente en un sector de la ingeniería civil con alto rango de demanda, nos referimos al espacio concebido por el ser humano para brindar las condiciones esenciales de permanencia, seguridad y durabilidad en el tiempo. La construcción de viviendas y edificaciones en el Perú ha entrado en un periodo de cambio durante los últimos años, siendo el material preferido el concreto y el acero. Por otro lado, observamos que la tendencia mundial en la construcción busca reducir y minimizar los niveles de contaminación, por ello esta investigación trata de aprovechar en primera instancia parte de los residuos generados en la construcción para mejorar la resistencia y comportamiento mecánico de las losas

aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, de esta manera se contribuye a optimizar el proceso constructivo y mitigar por ende los desechos generados durante el encofrado de los elementos estructurales en una edificación con dichas características.

En el diseño de losas aligeradas en edificaciones encontramos que dicha metodología cumple los requisitos de serviciabilidad y seguridad estructural en un rango limitado o ideal, durante el análisis se obvian ciertas variables necesariamente presentes en el proceso constructivo. Particularmente las losas aligeradas que albergan un conjunto de piezas con gran volumen en las partidas de saneamiento son un ejemplo relevante, en ese sentido el presente trabajo de investigación busca contemplar dicho factor durante el diseño. Al mismo tiempo se persigue incorporar residuos de construcción con propiedades elásticas que funcionen como refuerzo mecánico de las losas aligeradas. Estos parámetros mejoraran el desempeño de la estructura en el tiempo, dado que se considera evaluar la influencia de los vacíos generados en losas aligeradas destinadas como espacios de las partidas de saneamiento, además se estudia las propiedades mecánicas de la misma.

El principal problema que se persigue solucionar es aprovechar los residuos generados por el encofrado de zapatas, columnas, placas, vigas, etc. Entiéndase por residuos al alambre #8 y #16, en esta investigación. Estos elementos suelen ocupar gran volumen de almacenamiento después haber cumplido su acometida y convencionalmente exigen un costo para ser removidos de obra. Los residuos de construcción enmarcados en este campo también incluyen los retazos de acero debido al empalme de vigas, columnas, etc. Sin embargo, el uso de estos últimos debido a su mayor peso específico en losas aligeradas ocasionaría variaciones en el diseño en gran medida, por ello se optó por utilizar los residuos de alambre.

Se propone por último una metodología para transformar estos residuos en elementos fácilmente reutilizables en la losa aligerada, por lo tanto, se define un rango de dosificaciones económicamente accesibles.

La característica principal de esta investigación es el lineamiento eco sostenible y medioambiental, por ello la intención es proponer una metodología que solucione un problema común en las edificaciones convencionales como es la construcción de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias aprovechando recursos propios, en este caso los residuos generados a partir del mismo proceso constructivo. Además, se tiene como postulado complementario la necesidad de conservar los niveles de seguridad estructural durante la materialización de una edificación, nos referimos a la influencia que tiene la abultada presencia de piezas en determinados espacios de una losa aligerada convencional.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación permitirán comprender en qué medida afectan los vacíos generados por piezas en losas aligeradas tradicionales de viguetas y ladrillo. En consecuencia, los profesionales avocados al diseño estructural de estos elementos contemplarán nuevos factores o condiciones de diseño durante su modelamiento, hecho que viene siendo obviado debido a la falta de coordinación en las diferentes especialidades del rubro. Adicionalmente, el conocimiento dado promoverá un criterio de sostenibilidad en las futuras investigaciones relacionadas al refuerzo de losas aligeradas mediante la posibilidad de aprovechar los restos generados debido al mismo proceso constructivo; los parámetros de la influencia que tienen la adición de residuos de construcción de alambre #8 establecerán valores de resistencia a la flexión que podrán ser optimizados o comparados con cualquier otro tipo de adición propuesta por investigaciones venideras.





## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo General.

Determinar la influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas de concreto en Trujillo en 2019.

### 1.4.2. Objetivos Específicos.

- Establecer la mejor dosificación en adición de residuos de construcción en losas cuadradas de concreto.
- Estudiar el comportamiento de las losas por medio de la curva carga – deformación.

## 1.5. Antecedentes.

### • Antecedente internacional

**Título: “Ensayos a flexión de losas de concreto en terreno reforzados con fibras de acero”**

Carrillo (2016), Aduce que:

Evaluar el desempeño a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzados con fibras de acero para empleos de vivienda para el programa experimental, incluyó pruebas a flexión de ocho losas cuadradas de concreto de 600 mm de lado y 100 mm de espesor y de seis losas con tres dosificaciones diferentes de fibra de acero (5, 9 y 18 kg/m<sup>3</sup>, dos losas para cada dosificación) y dos losas de concreto simple.

Carrillo (2016), Aduce que:

El análisis incluye la discusión no sólo las correlaciones entre las características mecánicas y los parámetros de diseño del concreto reforzado con fibras de acero, así también de las curvas carga-deflexión y curvas tenacidad-deflexión de las losas de concreto reforzadas con las diferentes proporciones de fibra de acero.

Carrillo (2016), Señala que:

Se concluyó que el módulo de elasticidad reduce cuando se eleva la dosificación de fibras, también se vió una reducción del coeficiente de Poisson debido al confinamiento que las fibras generan en la matriz, en cuanto a la deformación asociada a la resistencia máxima a compresión se observó que este valor fue, en promedio, 56% mayor al observado en el concreto simple.

Carrillo (2016)

Esta investigación nos permitirá tener una idea general para definir la cantidad de fibras de acero o porcentaje de adición de residuos de construcción. Así mismo este estudio nos brinda una guía preliminar del comportamiento mecánico de las losas de concreto de esta manera podremos formular algunas hipótesis preliminares. Por otro lado, sin bien es cierto nuestro análisis se enfoca en losas aligeradas, la variable principal a estudiar si es contemplada en esta investigación como son las deflexiones en las losas.

#### • **Antecedente internacional**

**Título: “Estudio numérico-experimental de fibras de pet y acero en su comportamiento en una matriz de concreto”**

López (2015), Afirma que:

Evaluar el desempeño mecánico que presentan las fibras de PET embebidas en una matriz de concreto mediante pruebas experimentales y el modelado por elemento finito, se desarrolló y caracterizó mecánicamente un compuesto de concreto (matriz) y fibras de PET (refuerzo), además de los trabajos experimentales se desarrollaron estudios numéricos por elemento finito con utilización de la herramienta del programa computacional ANSYS y se realizó un análisis estadístico de los resultados teóricos y experimentales y las

adiciones de una proporción de fibras de acero activan un comportamiento dúctil, se forman micro grietas que conectadas entre sí forman grietas más grandes, además de aumentar la carga máxima.

López (2015), Señala que:

Las fibras sirven de puente entre ambas caras de la superficie de fractura, lo cual significa una mejora de la capacidad de soportar carga después de rebasado el pico máximo (Post fisura) y un aumento en la tenacidad, los ensayos de flexo tracción, es la diferencia de resistencia entre el hormigón con solo nano adiciones ante los hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup>); se observó un incremento progresivo en la resistencia a medida que se aumentaba la cuantía de fibras de acero.

En el estudio presentado nos muestra resultados importantes, dado que nos especifica un aumento en la resistencia a la flexo tracción en probetas de concreto con adición de fibras de acero, pero además esta investigación contribuye para el diseño experimental, pues nos indica que las fibras de acero generan micro grietas cuando hay un exceso en la adición de estos elementos, esto debido a la gran tenacidad de las fibras en los especímenes, en ese sentido se procederá a establecer un rango más conservador en cuanto a la cuantía de adición de residuos.

- **Antecedente internacional**

**Título: “Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social”**

Higuera (2017), Señala que:

Analizar el desempeño de losas de contrapiso de 0.10 m de espesor, fabricadas de concreto reforzado con tres diferentes proporciones de fibras de acero (5, 9 y 18 kg/m<sup>3</sup>), como alternativa constructiva para viviendas de interés

social u otro tipo de estructura en donde las cargas de servicio sean iguales o menores que 500 kg/m<sup>2</sup>, el proyecto estuvo encaminado a evaluar los resultados obtenidos al agregar tres dosificaciones diferentes de fibras de acero Dramix RL 45\_50 BN a un concreto de 21MPa; el programa experimental incluyo el ensayo de 43 especímenes (cilindros, vigas y losas) a partir de las normas técnicas colombianas (NTC), asentamiento (NTC-396) contenido de aire (NTC-1032), masa unitaria (NTC-1926), resistencia a la compresión (NTC-673), resistencia a la tensión indirecta (NTC-722), resistencia a la flexión (NTC-2871), absorción de energía (NTC-5721).

Higuera (2017), Señala que:

El aporte de las fibras de acero a la resistencia a flexión es significativo, al comparar los resultados obtenidos en laboratorio se determinó que para la dosificación de 5kg/m<sup>3</sup> se obtuvo un incremento de 10.72%, la de 9kg/m<sup>3</sup> un aumento de 7.77% y para la de 18kg/m<sup>3</sup> fue de 9.11%; el valor de módulo de rotura para todas las muestras de CRFA fue superior al de las muestras de CS, se observó que a medida que aumentó la dosificación de fibras de acero disminuyó su resistencia, excepto entre las dosificaciones de 9kg/m<sup>3</sup> y 18kg/m<sup>3</sup>.

Este aumento en la resistencia a la flexión (módulo de rotura), obedece al aporte de las fibras ante esfuerzos de tensión, ya que la matriz del concreto presenta un comportamiento frágil y las fibras generan un refuerzo tridimensional que la cose y trasmite los esfuerzos entre fisuras (efecto de puenteo), lo que mejora su comportamiento.

El aporte de las fibras de acero no mejora las condiciones iniciales del concreto simple, la presencia de las fibras redujo las propiedades físicas del concreto como se

evidencio en el aumento del contenido de aire; se observó que el contenido de aire aumentó con el incremento del volumen de fibras de acero agregadas a la mezcla, el valor de la masa unitaria del concreto reforzado con fibras de acero permaneció casi constante a medida que se aumentó el volumen de la dosificación, aumento levemente con la aplicación de cada dosificación.

Esta investigación nos brinda la posibilidad de evaluar una nueva variable durante el procedimiento de análisis, en particular se muestra el análisis de losas de concreto con espesor reducido, esto debido a la reducción en el costo de construcción para este sistema, sin embargo, estos resultados serán evaluados en función de los aportes de resistencia mecánica mas no en el ámbito económico. Finalmente, se puede contrastar que existe una relación directa entre la adición de fibras de acero y el aumento de la tenacidad en losas de concreto.

- **Antecedente Nacional**

**Título: “Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”**

Barbona (2015), Señala que:

Determinar la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto, para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , se realizaron ensayos físicos y mecánicos y un análisis comparativo de dichas propiedades entre concreto patrón (sin fibra de acero), y el concreto fibroreforzado con adición de  $30 \text{ kg/m}^3$ ,  $50 \text{ kg/m}^3$  y  $70 \text{ kg/m}^3$  de fibra, Teniendo como constante el uso de Sikament 290N en la proporción de 0.8% del peso del Cemento.

Se produjeron 135 especímenes de concreto, 35 y 100 en forma de prisma, para un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , ensayados a los 28 días tanto a compresión como a flexión, los resultados experimentales apreciaron una reducción en la consistencia cuando se usó

fibra y por ende también una reducción en la trabajabilidad, a medida que se incrementa la cantidad de fibra de acero; en cuanto al peso unitario, tanto en estado fresco y endurecido se eleva moderadamente la adición de fibras, manteniéndose dentro del rango normal.

La adición de fibra de acero al concreto para un  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ , en la resistencia a flexión le genera un aumento considerable a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de: 47.61%, 87.86%, y 118.07%, para 30kg/m<sup>3</sup>, 50 kg/m<sup>3</sup> y 70 kg/m<sup>3</sup>, de fibra de acero y 0.9% del peso de cemento de Sikament 290N, respectivamente.

La conclusión obtenida en la presente investigación nos explica que la adición de fibras de acero disminuye la consistencia del concreto en elementos reforzados como son el caso de vigas y losas macizas, a diferencia de las losas aligeradas se puede esperar entonces que la adición de residuos de construcción afecte en menor medida a esta propiedad del concreto fresco. Por otro lado, los estudios realizados muestran que la adición de fibras de acero no incrementa gradualmente el peso unitario del concreto, detalle que será muy importante al momento de proceder con el análisis experimental.

#### • Antecedente Nacional

**Título: “Resistencia a compresión uniaxial de concreto  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, 2016”,**

Aguirre (2016), Afirma que:

Determinar la Resistencia a Compresión uniaxial del concreto  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ , con adición de Fibras de Polipropileno en proporciones de 0.10%, 0.17% y 0.25%, se preparó una mezcla patrón de concreto de  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$  y otras mezclas de la misma dosificación con la adición de diferentes porcentajes de fibras de polipropileno (0,10%, 0,17% y 0,25%) con respecto a

la cantidad total de un metro cúbico de concreto teniendo en consideración la densidad de las fibras de polipropileno y posteriormente fueron ensayadas a compresión uniaxial a los 7,14 y 21 días.

Aguirre (2016), Señala que:

Se obtuvo un aumento de la resistencia a la compresión del 6.08% al adicionar el 0.10% de fibras de polipropileno con respecto a la mezcla patrón, al adicionar el 0.17% de fibras de polipropileno se obtuvo un incremento de la resistencia a compresión del 12.82% con respecto al diseño de concreto patrón y al adicionar el 0.25% de Fibras de Polipropileno se obtuvo un incremento de la resistencia a compresión del 16.21% con respecto al diseño de concreto patrón.

Aguirre (2016), Manifiesta que:

Todos los porcentajes en adición de fibras de polipropileno aumentan la resistencia a compresión uniaxial del concreto, la adición de 0.25% obtuvo una mayor mejora de resistencia a compresión uniaxial aumentando en un 16.65% con respecto al diseño patrón, superando al porcentaje de adición de 0.10% y 0.17% con mejor a compresión uniaxial con respecto al diseño patrón en el día 21 de 6.08% y 12.82% respectivamente.

Esta investigación nos muestra la influencia que tiene la adición de fibras de propileno en el concreto con resistencia a la compresión de 175 kg/cm<sup>2</sup>, el resultado más importante refleja que dicho aditivo mejora las propiedades de resistencia a la compresión en el concreto. Sabemos que la fibra de propileno es un derivado de las fibras metálicas, por lo tanto, se estima que los residuos de alambre generados durante el encofrado de elementos estructurales en la construcción, poseen en cierta medida similar composición por ende se presume que la adición de estos residuos puede

mejorar a la vez la resistencia mecánica de compresión en losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias.

- **Antecedente Nacional**

**Título: “Análisis experimental del uso de las fibras de carbono en el reforzamiento de una viga peraltada, de concreto armado para una edificación en la ciudad de Lircay, Angaraes, Huancavelica.”**

Huallpa (2015), Aduce que:

Determinar, mediante análisis experimental el uso de las fibras de carbono para reforzamiento, en una viga peraltada, al incrementar cargas, para una Edificación de la ciudad de Lircay- Angaraes- Huancavelica, se realizó el ensayo de 01 vigas de concreto sin reforzamiento, de las dimensiones L= 69.00 cm A= 15.50 cm, E=15.45 cm, y 01 muestra de viga reforzada con fibra de carbono, de las dimensiones L= 69.00 cm A= 15.50 cm, E=15.45 cm., tales muestras se realizaron ensayos de resistencia a la flexión en un punto concentrado para determinar el esfuerzo a flexión del concreto, y se obtuvo que las vigas reforzadas con Fibras de Carbono, obtienen mejor resistencia frente a las vigas sin reforzamiento, los resultados reflejaron que la resistencia aumento a 1 ton/ml más de la carga que podría soportar.

Huallpa (2015), Manifiesta que:

El ensayo a flexión de una viga sin reforzamiento, y el ensayo de una viga con reforzamiento con fibras de carbono, el cual fue positivo, dándonos como resultado que, al incrementar cargas, la fibra de carbono influye en incrementar la resistencia de la viga, incrementando 1000 kg (1 ton) a la viga normal.

El aporte de esta investigación tiene una aplicación clave en el desarrollo de nuevos materiales en la construcción, y es que la fibra de carbono viene siendo utilizado en



otros países en edificaciones con más de 50 pisos debido a su elevada resistencia, particularmente el resultado del estudio indica que el elemento evaluado elevó considerablemente su resistencia a la flexión, objetivo que es perseguido por esta investigación, pese a que el alambre de construcción no presente las propiedades de las fibras de carbono se espera que se comporte con hilos entrelazados y de esta manera amortigüe los esfuerzos generados por los vacíos debido a las tuberías en losas aligeradas.

## 1.6. Bases Teóricas.

- **Guía N°1**

**Variable dependiente:** Losas aligeradas de concreto con elevada demanda de instalaciones sanitarias.

### I. Losas de concreto:

#### 1. Funciones:

- Función arquitectónica
- Función estructural

#### 2. Tipos de losas

- Losas planas
- Losas de vigas embebidas
- Losas bidireccionales
- Losas macizas y aligeradas

#### 3. Clasificación según la dirección de la carga

- a. Losas Unidireccionales
- b. Losas Bidireccionales

#### 4. Especificaciones codificadas para Losas

- a. Deflexiones máximas en losas



- b. Altura mínima de vigas
- c. Armadura mínima
- d. Armadura máxima
- e. Recubrimiento mínimo
- f. Abertura en losas

### **5. Losas Nervadas o Aligeradas Armadas en una Dirección**

- a. Comportamiento de la losa aligerada
- b. Refuerzo mínimo y máximo
- c. Espaciamiento mínimo de varillas

### **6. Sistemas de drenaje domestico**

- a. Red de canalización
- b. Tuberías y conexiones
- c. Aparatos sanitarios

- **Guía N°2**

**Variable independiente:** Residuos de construcción debido al encofrado convencional  
(como es el alambre #8)

## **II. Residuos de construcción debido al encofrado convencional**

### **1. Impacto en el medio ambiente de los residuos de construcción**

- a. Según su origen y fuente de generación
- b. Según su naturaleza

### **2. Encofrados en Edificaciones Convencionales**

- 2.1. Sistemas de encofrado
- 2.2. Uso de encofrados

### **3. Alambre de construcción N° 08**

- a. Características generales

- b. Características Técnicas
- c. Otras Especificaciones

### 3.1.1. LOSAS DE CONCRETO

Harmsen (2005), Manifiesta que:

Partes estructurales de dos dimensiones, siendo de pequeña dimensión la tercera en comparación con las otras, es así que las solicitaciones que están sometidas sobre las losas son principalmente ortogonales al plano principal de los mismos, por tanto, su desempeño está controlado por la flexión.

#### 3.1.1.1. Funciones

Las losas o placas de entepiso cumplen las siguientes funciones:

- **Función arquitectónica:**

Ortega (2014), Manifiesta que:

Separar espacios verticales formando diferentes pisos de una construcción, para que esta función cumpla de una manera adecuada la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, el calor y visión directa, que no deje ver las cosas de un lado a otro.

- **Función estructural:**

Ortega (2014), Señala que:

Las losas o placas son capaces de sostener cargas de trabajo como mobiliario y personas, como también su propio peso, los acabados como pisos y revoques, siendo que forman un diafragma rígido intermedio, para prestar la función sísmica adecuada al conjunto.

#### 3.1.1.2. Tipos de Losas:

Ortega (2014), Señala que:

Las losas podrán soportar tanto perimetral e interiormente por vigas de mayor peralte, por vigas de otros materiales independientes o integradas a la losa,

soportadas por muros de concreto, muros de mampostería o muros de otro material, denominándolas losas soportadas sobre vigas o losas soportadas sobre muros respectivamente.

- **Losas planas:**

Ortega (2014), Señala que:

Las losas podrán soportarse directamente sobre las columnas, denominándose losas planas en su forma tradicional y no son adecuadas en zonas de alto riesgo sísmico, como las existentes en nuestro país debido que no disponen de capacidad resistente suficiente para incursionar dentro del rango inelástico de comportamiento de los materiales, con lo que se limita considerablemente su maleabilidad, pudiendo emplearse capiteles y ábacos para optimizar la integración de losas planas con las columnas y mejorar la resistencia al punzonamiento de las losas.

- **Losas de vigas embebidas:**

Ortega (2014), Señala que:

Las losas planas se optimizan relativamente su desempeño ante los sismos, por la inclusión de vigas embebidas o vigas banda, cuyo caso se denominan losas planas con vigas embebidas, siendo que son útiles para edificios de hasta 4 pisos, con luces y cargas pequeñas y medianas.

- **Losas bidireccionales:**

Ortega (2014), Señala que:

Si la geometría de la losa y el tipo de apoyo definen que las magnitudes de los esfuerzos en dos direcciones ortogonales sean comparables, se llaman losas en dos direccionales, si los esfuerzos en una dirección son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, se llaman losas unidireccionales.

- **Losas macizas y aligeradas:**

Ortega (2014), Afirma que:

“Cuando el concreto ocupa todo el ancho de la losa se denomina losa maciza, y cuando parte del volumen de la losa es ocupado por materiales más livianos o espacios vacíos se la llama losa alivianada o losa aligerada.”

Ortega (2014), Indica que:

“Las losas de construcción liviana son más conocidas por que a pesar de los diseños, prácticamente no las toman en consideración.”

Se realizará un análisis detallado de las especificaciones que son aplicables, los aligeramientos se podrán conseguir mediante mampuestos aligerados de concreto (son los de mayor uso en nuestro medio), cerámica aligerada, formaletas plásticas recuperables o formaletas de madera.

En los últimos años la reparación, rehabilitación y mejora de las estructuras existentes han estado entre los más importantes retos de la ingeniería civil. Las razones fundamentales para el refuerzo de las estructuras abarcan las siguientes: mejorar la resistencia para soportar cargas subestimadas o imprevistas como choques de camiones o intensos terremotos; aumentar la capacidad resistente para permitir mayores cargas; eliminar fallos prematuros debidos a un inadecuado diseño o construcción; devolver la capacidad de carga perdida debido a la corrosión u otros tipos de degradación causados por el envejecimiento; etc. Todo esto, unido a la construcción en lugares inaccesibles, requiere soluciones innovadoras.

Es costumbre que el refuerzo y mejora de estructuras de acero han sido aparentemente fácil, por el uso de uniones soldadas, podemos añadir acero para incrementar la capacidad de carga de los elementos. Esto no es tan fácil de realizar con el hormigón. Hasta hace unos treinta años no existía un método seguro y económico para mejorar los elementos de hormigón armado excepto la demolición y el reemplazamiento.

La aparición de resinas de alta resistencia y otros adhesivos para estructuras cambió esta situación. Por medio de adhesivos, podemos unir material adicional de un modo rápido y sencillo a las vigas de hormigón aumentando así su resistencia y rigidez del mismo modo que en el acero. Un método usado consiste en pegar láminas delgadas en zonas críticas de las vigas de hormigón que están bajo tensión. Esto incrementa la capacidad de las vigas alterando mínimamente sus dimensiones. Desde 1967 ha sido posible incrementar la resistencia a flexión y a cortante de estructuras existentes de hormigón armado, por medio de platabandas de acero adheridas externamente. Si bien el método cuenta con un "Estado de la Técnica", el mismo tiene ventajas, así como también algunas desventajas, que se presentan en la siguiente tabla y figuras.

La adición de láminas de acero es el procedimiento más antiguo y el más estudiado<sup>18,39</sup>, siendo muy efectivo siempre que se cumplan las siguientes condiciones: 1. Las superficies a unir deben estar limpias. Las superficies del acero y del hormigón deben mecanizarse con chorros de arena o cualquier otro método igual de efectivo. 2. La resina debe poder utilizarse en las condiciones ambientales normales. 3. Las láminas deben tener unas dimensiones y unos anclajes en los extremos adecuados para impedir un fallo frágil debido a la rotura de la unión. Siguiendo estas directrices las láminas de acero han sido empleadas de forma eficaz y económica para mejorar la resistencia y durabilidad de estructuras existentes de hormigón armado.

El principal inconveniente es la corrosión del acero, que puede llegar a destruir la unión entre el acero y el hormigón. Este problema es más acusado en ambientes húmedos y marinos. Además, debido a que el acero es un material isótropo, su resistencia en la dirección axial y en el resto de direcciones no pueden ser desacopladas y optimizadas. Gracias a investigaciones y desarrollos realizados en los últimos tiempos en el Centro Federal de Investigaciones y Ensayos de Materiales (EMPA) en Dübendorf (Suiza), y

otros centros de investigación, hoy día es posible reemplazar el acero (material pesado) por materiales compuestos livianos a base de fibras sintéticas, que han sido usados con éxito en la industria aeroespacial durante muchas décadas.

Estos compuestos están formados por delgadas fibras, unidas entre sí con una matriz de resina u otros materiales termo rígidos. La resina actúa solamente como agente de unión.

Las fibras pueden ser de distintos materiales entre las que podemos mencionar: fibras de vidrio (GFRP), fibras de aramida (AFRP) y fibras de carbono (CFRP), estas últimas son las que poseen las mejores características mecánicas (resistencia a la tracción y alto módulo de elasticidad) y químicas. Las platabandas de CFRP son una combinación de fibras de carbono con una matriz de resina epoxi, dispuestas longitudinalmente. Por lo tanto, en la dirección de la carga poseen una resistencia a la tracción y rigidez muy altas, así como también un comportamiento lineal hasta la rotura, unas características excepcionales a la fatiga y al creep, y una densidad muy baja. Por otro lado, se debe mencionar la importante resistencia química, al envejecimiento y a los rayos ultravioleta. Es menester aclarar que las resistencias en la dirección normal a las fibras y a cizallamiento son bajas.

Cuando se aplica la carga de servicio, el refuerzo absorbe las tensiones proporcionalmente con la armadura de acero, la capa adhesiva debe ser capaz de transmitir todos los máximos de tensión. El adhesivo tiene que tener una alta calidad con propiedades físicas y químicas sobresaliente, tales como ausencia de solventes, curado rápido aún a bajas temperaturas, alta resistencia al creep, alta resistencia al impacto y a la abrasión, retracción por curado nula, etc. La resina epoxi se debe diseñar para permitir una adecuada adhesión entre materiales sumamente diferentes, como el CFRP y el hormigón.

Debe tener una elevada resistencia mecánica y evitar el deslizamiento, garantizando un pegado duradero entre las partes unidas. El uso de FRP es atractivo debido a la elevada resistencia a tracción y a fatiga, bajo peso y resistencia a la corrosión de estos materiales, además, su fabricación, su conformado y pegado es más fácil que en el acero, existe un amplio rango de dimensiones que permite un mejor diseño, pueden ser pretensados, pueden trabajar a altas temperaturas de servicio y, generalmente, su comportamiento es elástico y lineal hasta la rotura. Las fibras pueden ser orientadas en una determinada dirección para realzar las propiedades mecánicas en la dirección deseada y así el material está mejor aprovechado. También puede ser optimizado el refuerzo de una estructura usando laminados de distinto módulo de elasticidad. El refuerzo puede ser aplicado sin desmontar los servicios existentes, lo que reduce el periodo de ejecución y ahorra dinero.

Los materiales compuestos están hechos, generalmente, de dos componentes, una fibra y una matriz, la fibra puede ser de vidrio, kevlar, fibra de carbono, o polietileno. La matriz es por lo general un termo rígido como una resina epoxi, el polidiciclopentadieno, o una polimida.

La fibra es incorporada a la matriz con el propósito de volverla a ésta más resistente, los polímeros reforzados con fibras tienen dos características importantes: son resistentes y ligeros, son más resistentes que el acero, y pesan mucho menos por lo que pueden ser utilizados para sustituir a los metales en muchas aplicaciones.

Se puede hacer que el composite sea más resistente, alineando todas las fibras en la misma dirección, ya que puede que sólo se necesite que el material compuesto sea resistente en una sola dirección. Otras veces se requiere resistencia en más de una dirección, de modo que se orientan las fibras en más de una dirección.

La fibra de carbono es la que posee las mejores características mecánicas y químicas.



Es un polímero de una cierta forma de grafito en la cual las láminas son largas y delgadas. Se fabrica a partir de otro polímero, llamado poliacrilonitrilo, a través de un complicado proceso de calentamiento. Las fibras se disponen en la matriz longitudinalmente, por lo tanto, en la dirección de la carga poseen una resistencia a la tracción y rigidez muy altas. Su comportamiento es lineal hasta la rotura, tienen un comportamiento excepcional frente a la fatiga y a la fluencia. Su densidad es muy baja, por lo que pueden ser transportadas con sencillez y facilita su colocación sobre la superficie de hormigón, disminuyendo así el número de operarios necesarios, los cuales no constituyen una mano de obra especializada; además no requiere equipos de sostén y apuntalamiento; todo esto se traduce en una disminución de los costes de instalación; sin embargo, el coste del material es elevado. Tienen una importante resistencia química, al envejecimiento y a los rayos ultravioletas. Sus resistencias en la dirección normal a las fibras y a cizallamiento son bajas lo que permite cortarlas fácilmente.

La fibra de vidrio más común se fabrica a partir del vidrio tipo “E”, que es un vidrio borosilico con escaso contenido de álcalis. Las fibras, situadas longitudinalmente, proveen al compuesto de resistencia mecánica, estabilidad dimensional y resistencia al calor; mientras que la matriz aporta resistencia química dieléctrica y comportamiento a la intemperie. Su densidad es baja, pero mayor que la de la fibra de carbono, tiene gran cantidad de aplicaciones, pero no sirve como material permanente ya que se fragilizan con el tiempo. Su módulo de elasticidad es, en general, menor que el de la fibra de carbono, y su deformación última, mayor. La fibra de aramida es una fibra artificial perteneciente a la familia de los nylons (como el Nomex y el Kevlar). Es una poliamida sintética de cadena larga donde el 85 por ciento de los enlaces amida se fijan directamente a dos anillos aromáticos.

Existe una carencia de técnicas a partir de las cuales obtener un valor seguro de la resistencia a tracción del tejido de fibras. Los fabricantes suelen aportar, en la hoja de datos del producto, la resistencia de una fibra individual y no de la platabanda, teniéndose que llevar a cabo ensayos para obtener las propiedades del refuerzo. El American Concrete Institute recomienda determinar las condiciones de carga a las que va a estar sometido el refuerzo de antemano y consultar con el fabricante las características del producto para dichas condiciones. Bakht sugiere el uso de ensayos para estimar la resistencia de los materiales de polímeros reforzados con fibras. Otros investigadores asumen como valor de la resistencia del laminado, el valor aportado por el fabricante como resistencia de una fibra individual, pero esto puede no ser conservativo ya que la resistencia de una sola fibra es generalmente mayor que la resistencia del laminado. No obstante, una estimación no conservativa de la resistencia del refuerzo puede ser inconsecuente si el modo de fallo de la pieza no involucra la rotura del tejido. La resistencia a tracción del refuerzo se puede estimar según Okeil, El-Tawil, y Shahawy<sup>25</sup>, usando la teoría de Weibull para materiales compuestos, estableciendo una relación entre la resistencia a tracción de las fibras individuales y la resistencia a tracción del tejido usado para reforzar una viga de hormigón armado. La relación dada facilita el proceso de diseño y permite estimar la resistencia de las platabandas a partir de las propiedades dadas por el fabricante.

### **3.1.1.3. Clasificación según la dirección de la carga**

#### **a. Losas Unidireccionales:**

Ortega (2014), Indica que:

Las Losas Unidireccionales se desempeñan fundamentalmente como vigas anchas, que se diseñan tomando como referencia una franja de ancho unitario (un metro de ancho), cuando las losas de forma rectangular se soportan en dos

extremos opuestos, y es escaso el apoyo en los otros dos bordes restantes, trabajan y se diseñan como losas unidireccionales.

Ortega (2014), Señala que:

Como la losa rectangular se soporta en sus cuatro lados (sobre vigas o sobre muros), y la relación largo/ancho es mayor o igual a 2, la losa trabaja principalmente en la dirección más corta, y se diseña de manera unidireccional, proveer un mínimo de armado en la dirección ortogonal (dirección larga), particularmente en la zona cercana a los apoyos, donde siempre se efectúan momentos flectores negativos importantes (tracción en las fibras superiores), los momentos positivos en la dirección larga son generalmente pequeños, pero también deben ser tomados en consideración.

**b. Losas Bidireccionales:**

Blanco (2011), Señala que:

“Cuando las losas se ubican en dos direcciones perpendiculares, se efectúan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, recibiendo el nombre de **losas bidireccionales**.”

Blanco (2011), Señala que:

“La ecuación general que muestra el comportamiento de las losas bidireccionales macizas, de espesor continuo, es conocida como la Ecuación de Lagrange o de Placas.”

Blanco (2011), Señala que:

La ecuación de Lagrange emplea como principio la Ley de Deformación Plana de Kirchhoff, que define que una placa plana y delgada, sometida a cargas ortogonales a su plano principal, se deformará de modo que todos los puntos materiales que pertenecen a una recta normal a la superficie sin deformarse se mantendrá dentro de la correspondiente recta normal a la

superficie deformada (la versión simplificada para vigas diría que las secciones transversales planas antes de la deformación permanecen planas después de la deformación).

Blanco (2011), Señala que:

Es importante observar que las deformaciones generadas por flexión en una de las direcciones producen esfuerzos flexionantes en la dirección perpendicular debido al efecto de Poisson, también debe tomarse en consideración de que simultáneamente a la flexión en las dos direcciones, aparecen momentos torsionantes que actúan sobre la losa.

Blanco (2011), Señala que:

Las solicitudes de diseño para las losas bidireccionales se relacionan con las cargas y las condiciones de apoyo la cual existen tablas de diseño de losas para las cargas y las condiciones de apoyo (o de carencia de apoyo) más frecuentes (empotramiento o continuidad total, apoyo fijo con posibilidad de rotación, borde libre o voladizo) y en casos de geometrías y cargas excepcionales se pueden utilizar los métodos de las diferencias finitas o de los elementos finitos.

#### **3.1.1.4. Especificaciones Codificadas para Losas:**

##### **a. Deflexiones Máximas en Losas:**

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), Señala que:

“El Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI determinan deflexiones altas calculadas para losas macizas y nervadas que interactúan desde  $L_n/180$  hasta  $L_n/480$ , dependiendo del empleo de la losa.”

**b. Altura Mínima de Vigas o Losas en una Dirección Cuando no se Calculan****Deflexiones:**

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), Señala que:

El Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI también definen un peralte mínimo de las losas armadas en una sola dirección para limitar las deflexiones a valores razonables, cuando no se calculan deflexiones, la siguiente tabla puede ser usada también para losas bidireccionales sobre vigas de mayor peralte cuya relación lado largo / lado corto sea mayor que 2 (trabajan fundamentalmente en la dirección corta), arrojando resultados conservadores.

**c. Armadura Mínima:**

- En losas de igual espesor (losas macizas), cuando se emplee acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia  $F_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$  o  $F_y = 3500 \text{ Kg/cm}^2$ , la cuantía de armado mínimo para resistir, la retracción de fraguado y los cambios de temperatura  $\rho_{\text{mín}}$  será de 0.0020, en dos direcciones ortogonales, esta armadura no debe colocarse con separaciones superiores a 5 veces el espesor de la losa ni 45 cm.
- En losas de igual espesor, cuando se emplee acero de refuerzo de  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , la cuantía mínima para resistir cambios temperatura y retracción de fraguado  $\rho_{\text{mín}}$  será de 0.0018, y los espaciamientos serán similares al punto anterior.
- En losas nervadas, la cuantía mínima de flexión  $\rho_{\text{mín}}$  se calculará mediante la siguiente expresión:
- La construcción en losas nervadas se calculará tomando como grosor de la franja de concreto el ancho de los nervios.

- En la loseta de compresión de las losas nervadas deberá proveerse de acero de refuerzo para resistir la retracción de fraguado y los cambios de temperatura, de un modo similar a las losas macizas de igual espesor.

La diferencia entre las especificaciones para losas nervadas y para losas macizas se produce por que los nervios de las losas nervadas se comportan principalmente como una malla espacial de vigas, y la loseta de compresión se comporta como una combinación de placa y membrana.

**d. Armadura Máxima:** Con el objeto de asegurar una ductilidad mínima, no se podrá proporcionar más armadura a una losa que el 75% de la cuantía balanceada cuando no resiste sismo, y que el 50% de la cuantía balanceada cuando resiste sismo.  $\rho_{\text{máx}} = 0.75 \rho_b$  (si las losas no resisten sismo)  $\rho_{\text{máx}} = 0.50 \rho_b$  (si las losas resisten sismo).

**e. Recubrimiento Mínimo:** El acero de refuerzo en losas fundidas in situ debe tener un recubrimiento mínimo de 2.5 cm. El acero de refuerzo en losas prefabricadas debe tener un recubrimiento mínimo de 1.5 cm.

**f. Abertura en Losas:**

Abanto (2012), Afirma que:

Se permiten en losas las aberturas si mediante análisis de la resistencia proporcionada es apropiada, no se requerirá de análisis especial para la presencia de una abertura en la zona central, a menos que se mantenga la cantidad total de refuerzo necesario en el tablero sin la abertura, el refuerzo eliminado por la presencia de la abertura deberá colocarse alrededor de la abertura, armando nervios o vigas embebidas de borde.

### 3.1.1.5. Losas Nervadas o Aligeradas Armadas en una Dirección

Harmsen (2005), Señala que:

“Las losas nervadas permiten salvar luces grandes, livianas y económicas, están

constituidas por una serie de pequeñas vigas T, llamadas nervaduras o viguetas, unidas a través de una losa de igual espesor que el ala de la viga.”

Harmsen (2005), Señala que:

En la viga T es donde va alojada la armadura resistente. En la figura 2.16 (ver anexos) se muestra la sección de una losa nervada en la que se puede apreciar que el refuerzo se concentra en el alma de las viguetas, los ladrillos utilizados en losas aligeradas pueden ser de arcilla o concreto.

**a. Comportamiento de la Losa Aligerada:**

Abanto (2012), Indica que:

Las losas aligeradas se diseñan como elementos en flexión, por ello la zona fraccionada es estáticamente inactiva para el concreto pudiendo en consecuencia ser eliminado para dejar esa zona vacía, o bien ser reemplazada por materiales más livianos, incluso con mejor aislamiento térmico o acústico, dejando únicamente a las viguetas con la función estructural.

Abanto (2012), Señala que:

Una losa aligerada está formada por viguetas de 10 cm de ancho, espaciadas 40 cm entre ejes y tiene una losa superior de 5 cm., en el Perú los aligerados usuales son de espesores: 17 cm, 20 cm, 25 cm, y 30 cm.

**b. Refuerzo Mínimo y Máximo:**

En momentos negativos el acero se distribuirá en las zonas de esfuerzo máximo y parte en zonas de ancho efectivo del ala. Se considerará el total de la losa superior como efectiva y generalmente se recomienda que la armadura para momentos negativos se distribuya totalmente en la losa superior.

**c. Espaciamiento Máximo de Varillas (por control de grietas):**

Abanto (2012), Afirma que:

“El espaciamiento máximo de varillas para momento negativo en la parte superior de la losa será limitado por NTE-E.060-9.7.”

- **Tensiones en la losa de hormigón**

Normalmente, los pavimentos de hormigón convencionales son de 3,5m a 6 m de largo, los ejes delanteros y traseros aplican carga simultáneamente cerca de las juntas transversales.

Covarrubias (2008), Afirma que:

Esta posición de la carga, induce tensiones de tracción superficiales en la parte superior del pavimento, especialmente cuando la losa está curvada hacia arriba, si las secciones se cortaran de manera tal que la longitud de la losa resulte en que ni los ejes delantero ni trasero estén simultáneamente sobre la misma sección de la losa, las fuerzas de tracción se reducen significativamente en la losa así que las tensiones y deformaciones calculadas en la figura 1, se basan en un espesor de hormigón de 20 cm, 1500 kg de carga, y un diferencial de  $-15^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

- **Configuración de carga para Análisis de Tensiones**

Para reducir la tensión de tracción superior causada por la carga simultánea de la losa por ejes de dirección, es necesario dimensionar la losa de tal manera que cada rueda, o un conjunto de ruedas, siempre cargue una sola losa diferente tal como se muestra en la Figura 2. Como existen diferentes tipos de configuraciones de ejes de camiones, la geometría está diseñada para el tipo de camión que tenga el eje más crítico en la utilización de la carretera. La reducción de tensiones de tracción en la parte superior de la losa permite una vida útil más larga y una reducción en el espesor de la losa en relación con



el diseño de pavimentos de hormigón convencional. Se utilizó el programa de diseño de elementos finitos ISLAB2000 para construir un modelo de tensiones que muestre el beneficio de reducir las dimensiones y espesor de la losa, lo que se muestra en la Figura N° 2. Para la configuración de tensiones, se utilizó los siguientes parámetros, 55MPa/m para el valor k, un diferencial de temperatura de  $-14^{\circ}\text{C}$ , rigidez del hormigón de 290.000 Kg/cm<sup>2</sup>, coeficiente de Poisson de 0.25, y el coeficiente de expansión térmica de  $1 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$ .

El objetivo de desarrollar el programa computacional de diseño llamado OptiPave, es que será capaz de optimizar el espesor y la geometría de cada losa para cualquier conjunto de clima, materiales, y tráfico. En primer lugar, el tamaño de la losa es seleccionada de tal manera que sólo un set de ruedas se encuentra cargando cada losa, típicamente entre 1,4 m a 2,5 m. Las tensiones se calculan en la parte superior e inferior de la losa, para diferentes condiciones de entrada, es decir, espesor, alabeo, tráfico, tipo de eje, etc. y diferentes configuraciones de carga, como se muestra en la Figura N°3.

#### **3.1.1.6. Sistemas de Drenaje Domestico**

Según (Enríquez, 2004)

**a. Red de canalización:** Las instalaciones de drenaje doméstico, comprenden diversos elementos, tanto si se trata de una casa habitación sencilla, como de un edificio más complejo, estos elementos pueden ser clasificados como sigue:

- Acometida a la red municipal.
- Colector horizontal.
- Bajantes de aguas negras.
- Tubos de ventilación.
- Ramales de artefacto.
- Sifones de aparatos sanitarios.

- Aparatos sanitarios.

#### **b. Tuberías y Conexiones.**

- Materiales de las tuberías de desagüe: A lo largo de los años se han producido muchos materiales para las tuberías de desagüe, la mayor parte de esas tuberías todavía son usadas, figurando entre ellas, el Fierro Fundido, el concreto y el policloruro de vinilo (PVC).
- Conexiones: Los accesorios para las tuberías de desagüe son varios, existiendo en el mercado una gran cantidad. A continuación, nombramos algunos de los accesorios de PVC existentes: Codos, Yees Coples, Tees, adaptadores y tapas.

#### **c. Aparatos Sanitarios.**

Los aparatos sanitarios se pueden dividir en tres grupos de acuerdo con el uso al cual se destinan y estos son:

- Evacuadores: WC, mingitorios y vertederos.
- Limpieza de objetos: Fregaderos, lavaderos y lavaplatos.
- De higiene corporal: lavabos, bañeras y duchas.

### **3.1.2. Residuos de Construcción debido al Encofrado Convencional**

#### **3.1.2.1. Impacto en el medio ambiente de los residuos de construcción**

Aranda (2014), Afirma que:

El trabajo de la construcción y demolición produce residuos sólidos, llamados RCD (Residuos de la Construcción y Demolición) en general y es sabido que los residuos muestran bajo riesgo a la salud humana y al ambiente, vinculado a los residuos sólidos municipales.

Aranda (2014), Aduce que:

La temática principal de gestión y distribución de los mismos, refiere a su gran volumen y por lo tanto, los costos de transporte y espacio necesario

disponible que ello implica, por tanto se estima una fracción de residuos peligrosos en su constitución que deberá resolver convenientemente a fin de prevenir daños ambientales.

Aranda (2014), Manifiesta que:

“Se define Residuos de Construcción al material residual que se produce en procesos de construcción, renovación o ampliación de estructuras, los componentes típicos incluyen hormigón, asfalto, madera, metales, yeso, cerámicos o baldosas, tejas, ladrillos, vidrios.”

**a. Según origen y fuente de generación de Residuos Construcción, se clasifican en:**

- **Materiales de limpieza de terrenos:** tocones, ramas, árboles.
- **Materiales de excavación:** el material de excavación es normalmente un residuo inerte, natural o artificial. En algunos casos se presenta con contaminantes al no responder a un suelo virgen. Son, en general, de naturaleza pétreo (tierra, rocas de excavación, materiales granulares).
- **Residuos de obras viales:** compuestos por trozos de losas de hormigón de la construcción de caminos, residuos de asfalto y mezclas del pavimento asfáltico, puentes, renovación de materiales. Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación (obra menor): son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto nueva como de reparación o ampliación. Su origen es diverso: los que provienen de la propia acción de construir y los que provienen de embalajes de los productos que llegan a la obra. Sus características y cantidad son variadas y dependen de la fase del trabajo y del tipo de obra (residencial, no-residencial, comercial, industrial, institucional).

**b. Según su naturaleza, se clasifican en:**

- Residuos inertes: son los que no presentan ningún riesgo de contaminación del agua, del

suelo y el aire. Así los define el Real Decreto Español 1481/2001: “aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana”. En definitiva, son plenamente compatibles con el medio ambiente.

- Residuos no peligrosos o no especiales: son los que pueden ser almacenados o tratados en las mismas condiciones que los residuos domésticos. La característica de no-peligrosos es la que define sus posibilidades de reciclaje; de hecho, se reciclan en instalaciones industriales juntamente con otros residuos.

- Residuos especiales: son los que tienen características que los hacen potencialmente peligrosos, tales como sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas.

### **3.1.2.2. Encofrados en Edificaciones Convencionales**

Loja (2015), Afirma que:

Denominado encofrado con molde, para darle al hormigón la forma y dimensión solicitada, se construye de dos tipos de elementos diferentes contruidos para que el desencofrado resulte fácil y cómodo, estos son los elementos de molde y los elementos de refuerzo siendo éstos dos elementos deben estar en condiciones de soportar, sin deformación perjudicial o visible, las cargas a que se les someta durante la ejecución.

#### **Sistemas de encofrado**

##### **a. Sistema tradicional:**

Cuando se produce en obra empleando piezas de madera aserrada y rolliza o

contrachapado, es fácil de montar, sin embargo, de lenta ejecución, cuando las estructuras son grandes, se usa fundamentalmente en obras de poca o mediana importancia, es así que los costos de mano de obra son menores que los del alquiler de encofrados modulares, dada su flexibilidad para generar casi cualquier forma se emplean bastante en combinación con otros sistemas de encofrado.

**b. Encofrado modular:**

O sistemas normalizados, cuando está conformado de módulos prefabricados, principalmente de metal o plástico, su empleo permite rapidez, precisión y seguridad utilizando herrajes de ensamblaje y otras piezas auxiliares necesarias, es muy útil en obras de gran volumen.

**c. Encofrado deslizante:**

Sistema empleado en construcciones de estructuras verticales u horizontales de sección constante o sensiblemente similares, permitiendo reciclar el mismo encofrado a medida que el edificio crece en altura o extensión, este encofrado también dispone espacio para andamios, maquinaria, etc.

**d. Encofrado perdido:**

Llamado a lo que no se recupera para usos posteriores, permaneciendo unido al elemento estructural, y puede hacerse con piezas de material plástico, cartón o material cerámico, y queda por el exterior de la pieza a moldear, generalmente de hormigón.

**Uso de encofrados**

Erakunde (2015), Señala que:

De forma habitual se han utilizado encofrados de madera, que acceden una gran diversidad de formas, sin embargo, hoy en día se utilizan mucho los metálicos especialmente en piezas de formas geométricas sencillas, para encofrar pilares o muros completos, también se utilizan encofrados de cartón,

en pilares de planta circular, existiendo una diversidad importante con los llamados encofrados perdidos, en que el material servido de molde queda formando parte de la obra.

- a. **Encofrados de zapatas:** Se confecciona las vigas de encadenado que unirán todas las zapatas y conformarán la circunferencia del contrapiso.
- b. **Encofrado de vigas de cimentación:** El encofrado de las vigas consiste en la construcción de un cajón de madera que servirá de molde, cubeta para la viga, el hormigón se vacía dentro del molde, una vez se encuentre seco y fraguado, se desarmará el cajón y quedará al descubierto la viga del cimiento.
- c. **Encofrado de sobrecimiento:** Se iniciará con el encofrado del elemento para seguir con la preparación del hormigón simple y el posterior vaciado.
- d. **Encofrado de muros:** Su uso se limita a muros pequeños y medianos. En algunos casos puede ser necesario armarlos interiormente con barras de acero y hormigón, y unirlos mediante armaduras de espera a la zapata para resistir los momentos que se pueden dar en esta unión, en estos casos los huecos se rellenan con mortero.
- e. **Encofrado de columnas:** Los laterales de los encofrados de columnas están constituidos por tablas de 1" o de 1.1/2" de grosor y de anchos variables de acuerdo a las secciones de las columnas, también especialmente para encofrados de columnas de concreto expuesto, se emplea paneles de "triplay".
- f. **Encofrado de vigas:** Los sistemas de encofrados de vigas son variados, según el tipo de vigas de que se trate (peraltadas hacia abajo, invertidas, chatas, de borde, etc.), cabe, además distinguir los encofrados que reciben sólo el peso de las vigas, de aquellos que sustentan parte del peso de los techos, como es el caso de encofrados con viguetas metálicas extensibles.
- g. **Encofrado de losas:** Los arquitectos romanos fueron los primeros en producir

estructuras de hormigón, como no pueden absorber esfuerzos elevados de tracción y torsión se optaron como primeras estructuras a los arcos, bóvedas y cúpulas, las cuales solo trabajaban a compresión, una de estas estructuras de hormigón es la cúpula del panteón de Roma; los encofrados fueron construidos con andamiajes y encofrados temporales que poseían la misma forma que la futura estructura.

**h. Encofrado de escalera:** Encofrado modular para escaleras, del tipo que comprende dos correas laterales, entre las que se establece la formación de los peldaños de la escalera, caracterizado porque las correas laterales se estructuran longitudinalmente por un conjunto de piezas de chapa metálica o similar, comprendiendo una pieza extrema de base y una pieza extrema superior, entre las cuales se disponen sucesivas piezas intermedias con las que se determina la longitud necesaria, incorporándose sobre dichas estructuras de las correas laterales unas piezas triangulares, respecto de las cuales se estructura la formación de los peldaños mediante placas horizontales y placas verticales que se fijan sobre dichas piezas triangulares.

Marmol (2010), Aduce que:

Las fibras de acero se caracterizan por la relación de esbeltez y el esfuerzo de tensión del acero. La relación de esbeltez o de aspecto se define como el cociente entre longitud y diámetro de la fibra,  $l_f/d_f$ , de acuerdo con la sección C.3.5.8 de la NSR-10, para utilizar fibras de acero como refuerzo mínimo a cortante en vigas, estas deben tener una relación de aspecto no menor a 50 y no mayor a 100, por otro lado, la resistencia a tensión depende de la calidad del acero, el cual puede variar entre 400 MPa para contenido bajo y 1500 MPa para contenido medio de carbono.

Marmol (2010), Manifiesta que:

Al incrementar el contenido de carbono se pueden alcanzar resistencias a

tensión cercanas a 2000 MPa; este tipo de fibras son adecuadas para concretos de alta resistencia. La dosificación,  $D_f$ , representa la masa de fibras por unidad de volumen. La fracción de volumen de fibras de acero,  $V_f$ , se utiliza para expresar la dosificación de forma adimensional y se calcula como el cociente entre  $D_f$ , y la densidad del acero de las fibras,  $\gamma_s$ ; es decir, 7850 kg/m<sup>3</sup>. El parámetro  $V_f$  se expresa usualmente en porcentaje.

### **Características mecánicas del CRFA**

Carrillo (2014), Afirma que:

“La adición de fibras al concreto no genera un efecto importante en la resistencia del concreto a compresión; solo suelen producirse ligeros incrementos y decrementos de la resistencia.”

Yazici (2007), Aduce que:

En los concretos jóvenes (antes de 28 días), la carga máxima de los concretos con fibra aumenta, pero a medida que el material madura, este aumento se reduce y luego la capacidad de absorción de energía y la ductilidad se concentran en la región post-fisura.

Carrillo (2014), Aduce que:

La resistencia por compresión diametral y su deformación unitaria se mantienen casi constantes para el concreto simple (CS) y el CRFA, pues que a partir de este punto se inicia la contribución de las fibras de acero, sin embargo, la resistencia máxima por compresión diametral y su deformación unitaria incrementan con la adición de fibras, y que las fibras en este punto proporcionan un efecto de “enganche” en el concreto, lo que genera un incremento en sus capacidades de resistencia y desplazamiento por la dificultad que implica realizar el ensayo de tensión directa en especímenes de concreto,



este método no es muy empleado para evaluar la resistencia a tensión del CRFA, el ensayo de flexo-tensión, además de ser más simple que el de tensión directa, simula las condiciones de carga para muchas aplicaciones prácticas, la prueba de flexión se considera una de las más representativas para el CRFA, ya que a partir de ella se puede estimar la capacidad de deformación que la fibra le proporciona al concreto luego de alcanzar el concreto inicial por flexión.

Hannant (1978), Manifiesta que:

Al adicionar fibras de acero al concreto, el incremento de la resistencia a flexión es considerablemente mayor que el de la resistencia a compresión y tensión diametral. Esto se debe al comportamiento dúctil del CRFA en la zona fisurada por tensión; es decir, el desarrollo de resistencias residuales.

Hannant (1978), Señala que:

En el ensayo a flexión normalmente se determina la resistencia a la primera fisura, la resistencia máxima y resistencias residuales a flexo-tensión, el incremento de la resistencia a primera fisura debido a la adición de fibras de acero es mínimo, lo cual indica que esta propiedad depende básicamente de la matriz y muy poco del contenido de fibras, del tamaño y de la forma de estas.

Ache (2000), Señala que:

Por tanto, para la resistencia a primera fisura resulta más rentable mejorar las características de la matriz con el uso de aditivos, humo de sílice, entre otros. La resistencia máxima depende principalmente del volumen de fibras y de la esbeltez de estas; por ejemplo, se pueden lograr incrementos de hasta 100% respecto a la resistencia de la matriz, el empleo de mayores volúmenes de fibras y fibras de mayores longitudes origina incrementos de hasta 150% en la resistencia máxima a flexo-tensión. Con contenido de bajas dosificaciones y

fibras de esbeltez baja también se logran incrementos significativos de resistencia.

### **3.1.2.3. Alambre de construcción N° 08**

Homecenter (2017), Señala que:

Alambre de acero de bajo contenido de carbono con tratamiento térmico de recocido, de características suave, flexible y dúctil para su manejo e instalación, es un alambre que está protegido con aceite para evitar su oxidación, se utiliza principalmente en la industria de la construcción para el amarre de enfierradura, pilares, cadenas y fundaciones por su elongación adecuada. También es utilizado para el amarre de fardos.

#### **a. Características Generales**

- Grupo/familia/clase: Componentes y suministros de fabricación/Cuerda, cadena, cable, alambre y correa/Cable mecánico/Cable de acero no eléctrico.
- Unidad de medida: Kilogramo (Kg)
- Descripción General: Alambre de acero de bajo carbono obtenido por trefilación y posterior tratamiento térmico recocido, para otorgarle la debida ductilidad para su fácil utilización.

#### **Características Técnicas**

##### **Composición Química**

- Carbono (C): 0.10% máx.
- Fósforo (P): 0.04% máx.
- Manganeso (Mn): 0.30 - 0.50 % máx.
- Azufre (S): 0.05%

##### **Características**

- Calibre: 8



- Diámetro:  $4.19 \pm 0.15$  mm
- Resistencia a la Tracción (R): 32 - 45.9 Kg/mm<sup>2</sup>

#### **b. Otras Especificaciones**

**Presentación del Producto:** En rollos de 100 Kg.

**Rotulado:** Cada rollo se deberá tener claramente marcado en una etiqueta lo siguiente:

- Nombre o marca del fabricante.
- Indicación del material; es decir el tipo de alambre, cantidad y tamaño del mismo, dimensiones y diámetro.
- Peso en Kg.

#### **Almacenamiento**

- Se debe almacenar en lugares techados y protegidos del medio ambiente.
- Si está al aire libre, cubrirlos con una manta impermeable.

### **1.7. Definición de términos básicos.**

- **Adición:** f. Añadidura o agregación de una cosa a otra: adición de varios tomos a la biblioteca.
- **Demanda:** Significa que tiene un alto requerimiento, puede ser un producto, un bien o un servicio, se utiliza mucho en contabilidad, y en economía como en la oferta y la demanda.
- **Influir:** Ejercer (una persona o una cosa) autoridad, predominio o fuerza moral en alguien de modo que actúe o sea de manera distinta.
- **Instalaciones sanitarias:** Es el conjunto de tuberías de conducción, conexiones, obturadores hidráulicos en general como son las trampas, sifones, céspoles, coladeras, etc., necesarios para la evacuación, y ventilación de las aguas negras y pluviales de una edificación.



- **Losas:** Son elementos estructurales de concreto armado o de materiales prefabricados, de sección transversal rectangular llena, o con huecos, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso, sirven para conformar pisos y techos en un edificio y se apoyan en las vigas o muros.
- **Losas aligeradas:** Es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicas (cajones) con el fin de reducir el peso de la estructura, y el acero en barras concentrado en puntos llamados nervios.
- **Residuos:** se usa normalmente para designar a todos aquellos restos y sobrantes que quedan del consumo que el ser humano hace de manera cotidiana, en este caso restos de la construcción.
- **Residuos de construcción:** Residuos productos de la construcción de viviendas, oficinas, presas, plantas industriales, escuelas y otras estructuras, los materiales conformados por madera usada, piezas metálicas diversas, materiales de embalajes, latas, cajas, alambre, placas metálicas, hormigón sobrante y ladrillos rotos, restos del encofrado de elementos estructurales como es el alambre N°8., entre otros materiales.
- **Resistencia a la flexión:** Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en un espécimen antes que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión, se presenta la resistencia de fluencia, a la flexión en lugar de la resistencia a la flexión para aquellos materiales que no se rompen en el ensayo de flexión, sinónimo de módulo de rotura.

## 1.8. Formulación de la hipótesis.

### 1.8.1. Hipótesis General

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La adición de fibras de alambre N°08 en losas aligeradas con dosificación de 15 kg/m <sup>3</sup> aumentara la resistencia a la flexión y compresión.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	Fibras de alambre N° 08	Residuos de alambre de la construcción del edificio San Gabriel, Urb. California, Trujillo – La Libertad	Aumenta	Laboratorio de concreto de la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo	Año 2019
Resistencia a la flexión en losas aligeradas					
HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La adición de fibras de alambre N°08 en losas aligeradas con dosificación de 10 kg/m <sup>3</sup> mejora el confinamiento de los componentes en la matriz de la losa.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	Fibras de alambre N° 08	Residuos de alambre de la construcción del edificio San Gabriel, Urb. California, Trujillo – La Libertad	Mejora	Laboratorio de concreto de la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo	Año 2019
Confinamiento (Coeficiente de Poisson)					

La adición de fibras de alambre N°08 en losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias aumenta la resistencia a la flexión, no alterara sus propiedades físicas, influye positivamente en el reforzamiento longitudinal debido a los vacíos generados por las piezas de saneamiento además conserva el valor de la masa unitaria del concreto reforzado con fibras de alambre N°08. De acuerdo a los ensayos establecidos por el diseño experimental utilizando especímenes cuadrados de concreto en el laboratorio de concreto de la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, ciudad de Trujillo, departamento de la Libertad.



### 1.8.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La adición de fibras de alambre N°08 en losas aligeradas aumenta la resistencia a la flexión y compresión, no alterara sus propiedades físicas, influye positivamente en el reforzamiento longitudinal debido a los vacíos generados por las piezas de saneamiento además conserva el valor de la masa unitaria del concreto reforzado con fibras de alambre N°08.	Fibras de alambre N° 08	Residuos de alambre de la construcción del edificio San Gabriel, Urb. California, Trujillo – La Libertad	Aumenta	Laboratorio de concreto de la escuela de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo	Año 2019
	Resistencia a la flexión en losas aligeradas				



## II. MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.1. Material:

#### A) Materiales

##### Escritorio

- Hojas de papel bond
- Lapiceros
- Laptop

##### Instrumentos secundarios o auxiliares

- Palanas
- Cinta métrica
- Jalones

##### Software

- Excel office 2010
- Word office 2010
- AutoCAD 2018
- S10

##### Fuentes

- Reglamento nacional de edificaciones
- Libros
- Tesis
- informes

#### B) Humano.

- Abelino Javier Huamán Pinto
- Josualdo Carlos Villar Quiroz

#### C) Servicios.

#### D) Otros

## 2.2. Material de estudio.

El programa experimental tendrá como unidad de análisis para evaluar la resistencia a la flexión de losas de concreto de 100 x 57 cm de lado y 10 cm de espesor con diferentes dosificaciones de fibra de alambre N°08, mientras que para evaluar la propiedad de confinamiento la unidad de análisis será una probeta cilíndrica de concreto cuyas dimensiones serán acorde con la norma en cuestión.

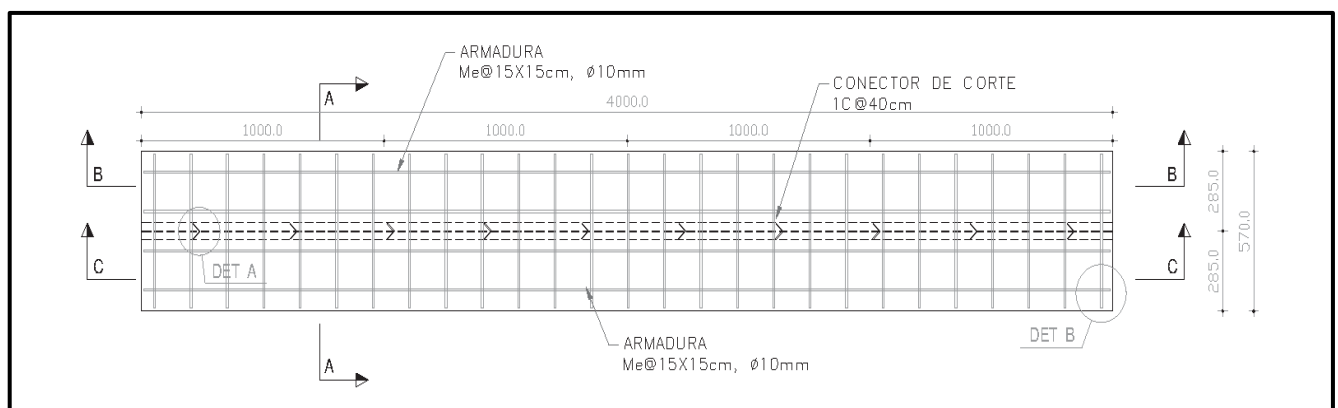


Figura 1. Dimensiones de losa de concreto armado con fibras de acero.

### 2.2.1. Población.

La presente investigación es de tipo experimental, siendo su población estadística todas las losas rectangulares de concreto de 100 x 57 cm de lado y 10 cm de espesor que servirán para evaluar la propiedad mecánica de resistencia a la flexión con fibras de alambre N°08. Sobre esta población se evaluarán las propiedades previamente definidas, para luego contrastar la hipótesis supuesta, y al mismo tiempo interpretar los resultados obtenidos durante el proceso experimental.

### 2.2.2. Muestra.

- **Técnica de muestreo:** No probabilístico

La técnica de muestreo aplicada en esta investigación será no probabilística dado que el diseño de la investigación es experimental, además porque los elementos de análisis fueron elegidos a criterio del investigador y a partir de referencias establecidas por otras investigaciones, se buscará que el proceso de selección de

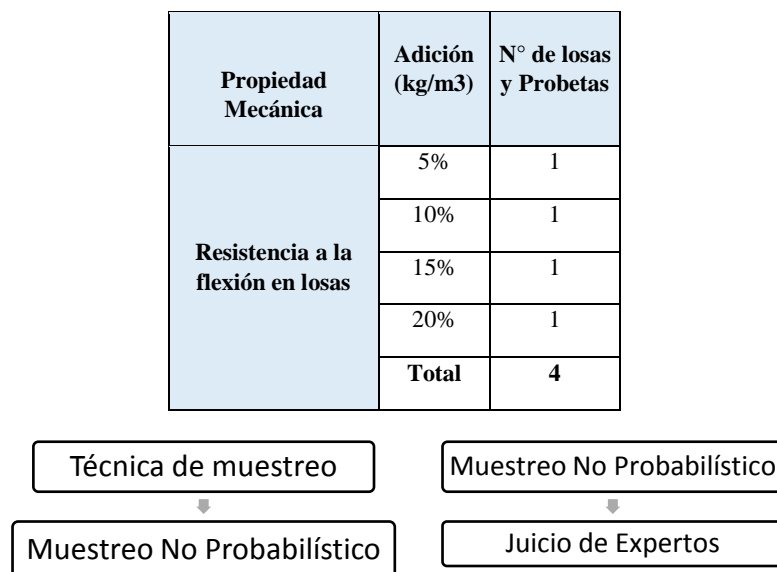


muestra sea representativo sin embargo no se garantiza su representatividad. Se conformarán 04 losas prefabricadas para evaluar la propiedad mecánica de resistencia a la flexión.

- **Muestreo no Probabilístico:** Muestreo por juicio de expertos

El tipo de muestreo es “Muestreo por juicio de expertos” ya que la muestra fue seleccionada de acuerdo a los antecedentes encontrados en otras investigaciones, pues nos brindaron una tendencia en cuanto al número de probetas y al porcentaje de adición de fibras de acero en losas aligeradas para el presente estudio que será evaluado en kilogramos de fibra por metro cubico de concreto.

Figura 2. Población, muestra y muestreo.



**2.2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.**

**2.2.3.1 Para recolectar datos.**

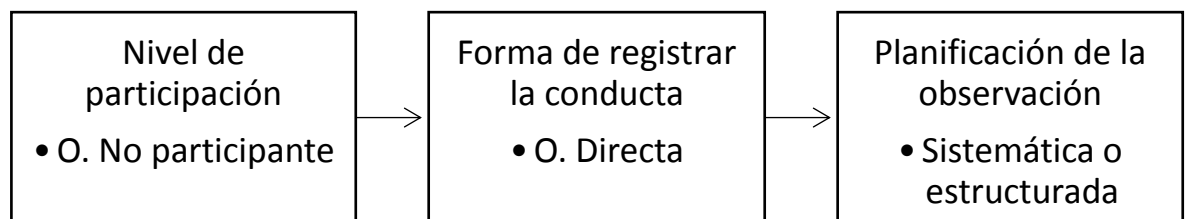
**Observación Experimental**

La técnica de recolección de datos aplicada es la observación experimental, dado que dichos valores serán obtenidos en condiciones parcialmente contraladas, pues realizarán dos modelos de ensayos experimentales: uno de resistencia a la flexión en losas de concreto, en ellas se evaluará la influencia

de la adición de fibras de alambre N°08 y se tendrá el control de la variable independiente. En ese sentido las condiciones para la obtención de datos serán establecidas por las normas y el criterio del investigador, siendo esta una técnica de observación experimental.

Por otro lado, según el nivel de participación será una “observación no Participante” porque la obtención de datos se realizará a partir de un equipo de rotura normado el que nos brindará los valores perseguidos. Según la forma de registrar los datos será una “observación directa” pues el investigador estará presente durante los ensayos establecidos. Finalmente, según la planificación será una observación “sistemática o estructurada”, porque se dispondrá de una ficha ordenada de recolección de datos.

Figura 3. Observación

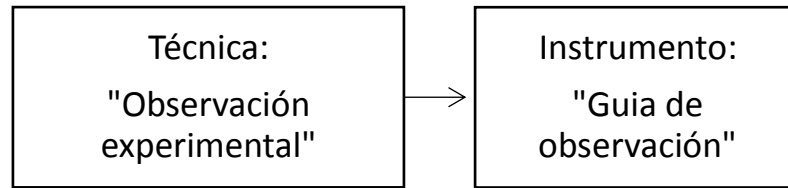


### Guía de observación

El instrumento a utilizar será la guía de observación, puesto que se aplicarán fichas estandarizadas para recolectar los datos y resultados obtenidos en el proceso experimental. La ficha de registro permitirá llevar un orden adecuado de la cantidad y variación estadística de los distintos diseños experimentales propuestos en la investigación. Finalmente, la información recolectada será ordenada y clasificada para su posterior interpretación y análisis científico.

(ANEXO 2)

Figura 4. Técnica e Instrumento



El procedimiento experimental consistirá en evaluar la influencia de la adición de residuos de alambre N°08 sobre la resistencia a la flexión de losas aligeradas, para ello en primera instancia se recolectarán residuos de alambre provenientes del encofrado de elementos estructurales, estos serán provenientes de la construcción del edificio San Gabriel ubicado en la urb. Las Hortensias de California – Trujillo.

Posteriormente se realizará un procedimiento de selección y habilitación para luego poder utilizarlo como adición en losas de concreto. Posteriormente se confeccionarán losas rectangulares de 100x57cm y 10 cm de espesor para evaluar la propiedad de resistencia a la flexión, en este ensayo se propone utilizar planchas de Tecnopor y tuberías de Ø ½” que cumplan la función del ladrillo de arcilla e instalaciones sanitarias respectivamente. Los especímenes serán evaluados en el laboratorio de concreto de la universidad Nacional de Trujillo, para ello se conformarán 4 losas rectangulares de 100x57 cm de lado y 10 cm de espesor, con diferentes porcentajes de adición de fibras de acero provenientes de los residuos de construcción de la mencionada obra. Se procederá a medir la carga aplicada en dos tercios de una viga simple compuestas por las condiciones del diseño experimental, al mismo tiempo se registrarán las deformaciones en el centro del claro, para luego realizar el análisis de rotura y finalmente determinar la resistencia a la flexión del elemento. En ese sentido se empleará una prensa mecánica que registrará

tanto la carga como las deformaciones a una velocidad constante experimentado por los elementos, durante el ensayo.

Adicionalmente para evaluar la propiedad de resistencia a la flexión en losas rectangulares elaboradas de concreto solamente, para ello se utilizará un diseño de mezcla cuya resistencia a la compresión será de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Del mismo modo se estudiará la variación en el coeficiente Poisson mediante el ensayo de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas con adición de distintos porcentajes de residuos de alambre N°08, para ello se medirá el diámetro y altura promedio de la muestra, luego se cuantificará su peso y finalmente se determinará el desplazamiento vertical ocasionado por una carga uniaxial en las muestras diseñadas.

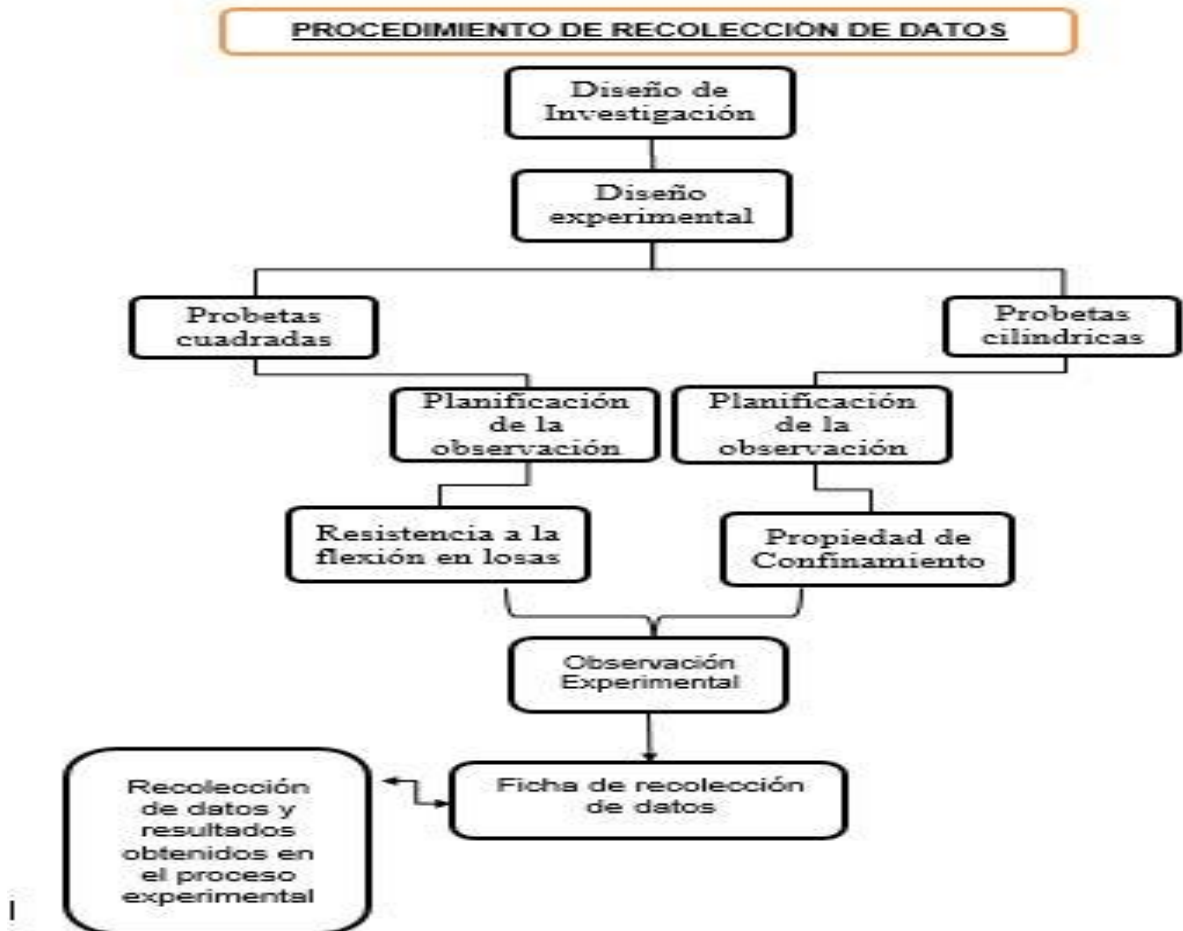


Figura 5. Procedimiento de recolección de datos.

#### 2.2.4. Para procesar datos.

**LOSAS RECTANGULARES**

**PLANIFICACION DE LA OBSERVACION**

**RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN**

Para iniciar el proceso de recolección de datos se procedió a establecer en primera instancia el diseño experimental para de esa forma asegurar que las condiciones de recolección de datos sean controladas directamente por el investigador.

Se determinó que la presente investigación cuenta con una variable independiente que será manipulada de manera intencional para analizar las consecuencias sobre una variable dependiente, en ese sentido se plantea analizar la influencia que tienen los residuos de construcción de encofrados (alambre N°08) sobre la resistencia a la flexión en losas aligeradas; en donde los residuos vienen a ser la variable independiente, que será evaluada en diferentes porcentajes según el diseño experimental, mientras que las losas aligeradas representan la variable dependiente, la cual definirá mediante el ensayo de resistencia a la flexión su variación al ser manipulada con la adición de residuos de construcción, siendo la investigación de tipo experimental.

Luego se identificará y cuantificará las causas del efecto de la adición de residuos de construcción en la variable dependiente, que aplicará una técnica estadística dentro de un estudio experimental. Por lo tanto, se trata de un diseño experimental porque se manipula deliberadamente una variable denominada:



residuos de construcción, la que se encuentra vinculada a las causas; para luego medir el efecto que tiene en otra variable de interés denominada resistencia a la flexión de losas aligeradas.

Puesto que la técnica de muestreo aplicada será no probabilística, se buscará que el proceso de selección de muestra sea representativo. Se conformarán 4 losas para evaluar la propiedad mecánica de resistencia a la flexión y 12 probetas para el coeficiente Poisson a partir del ensayo de compresión uniaxial, para ello se realizan 3 réplicas por muestra en cada ensayo.

Posteriormente en primera instancia se recolectarán residuos de alambre provenientes del encofrado de elementos estructurales, estos serán obtenidos de la construcción del edificio San Gabriel ubicado en la Urb. Las Hortensias de California – Trujillo.

Los especímenes serán evaluados en el laboratorio de concreto de la Universidad Nacional de Trujillo, se procederá a medir la carga aplicada en dos tercios de una viga simple compuestas por las condiciones del diseño experimental, al mismo tiempo se registrarán las deformaciones en el centro del claro, para luego realizar el análisis de rotura y finalmente determinar la resistencia a la flexión del elemento. En ese sentido se empleará una prensa mecánica que registrará tanto la carga como las deformaciones a una velocidad constante experimentado por los elementos, durante el ensayo.

Adicionalmente para evaluar la propiedad de resistencia a la flexión en losas rectangulares elaboradas de concreto solamente, para ello se utilizará un diseño de mezcla cuya resistencia a la compresión será de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Del mismo modo se estudiará la variación en el coeficiente Poisson mediante el ensayo de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas con adición de

distintos porcentajes de residuos de alambre N°08, para ello se medirá el diámetro y altura promedio de la muestra, luego se cuantificará su peso y finalmente se determinará el desplazamiento vertical ocasionado por una carga uniaxial en las muestras diseñadas.

### **2.2.5. Método de análisis de datos: Inferencia estadística**

El método aplicado será la inferencia estadística, dado que se verificará una hipótesis planteada, de igual manera la información obtenida a partir de un grupo finito de probetas será interpretada como el comportamiento parcial de una determinada población, finalmente existirá un riesgo de error en los resultados obtenidos por lo que se establecerán criterios estadísticos para su control. El conocimiento teórico aplicado será de la distribución de probabilidad del estadístico muestral que se utilizará como estimador de los parámetros.

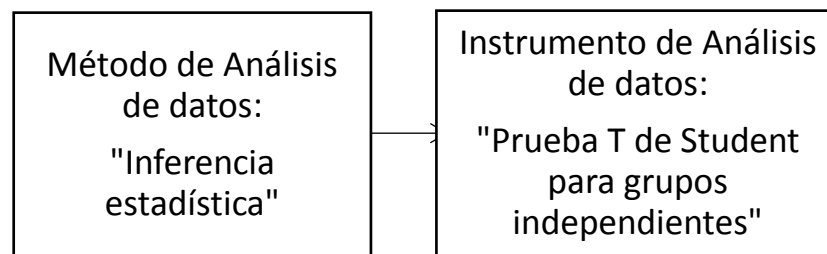
### **2.2.6. Instrumentos de análisis de datos: Prueba T de Student:**

El instrumento de análisis de datos será la prueba T de student para grupos independientes, porque se evaluará la consistencia de una hipótesis nula y alternativa entre dos variables cuantitativas (variable dependiente e independiente). Se plantea que existe una relación lineal positiva entre la resistencia a la flexión en losas aligeradas y la adición de fibras de acero, la relación entre estas variables será evaluada funcionalmente con el coeficiente de Pearson cuya aplicación se adapta al fenómeno previamente explicado.

El instrumento de análisis de datos tendrá un nivel de significancia propuesto de 0.05 y un valor experimental según la cantidad de muestras evaluadas, la variable estudiada es cuantitativa continua. La investigación evaluará la influencia de la adición de fibras de acero en la resistencia a la flexión de losas

aligeradas, se trata de una variable cuantitativa continua porque su medición adopta valores numéricos. Además, el valor de la resistencia a la flexión adoptara diferentes valores para distintos diseños de mezcla, forma o refuerzo. La flexión es la tendencia que presenta un elemento a arquearse como resultado de las cargas aplicadas perpendiculares a lo largo de su eje. Y se evaluó determinando el esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión.

Figura 6. Método e instrumento de análisis de datos.

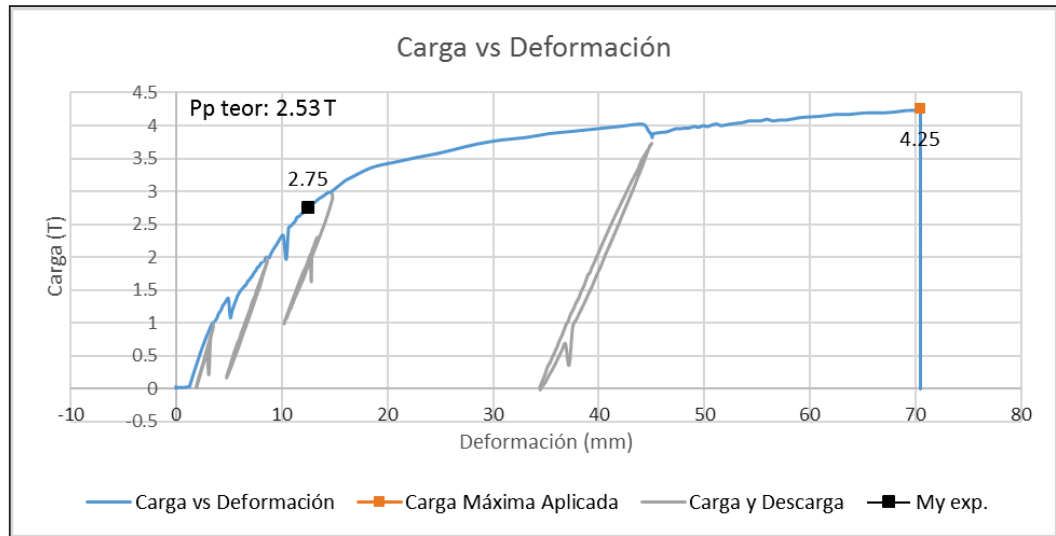


### 2.2.7. Análisis de datos

El análisis de datos evaluará un modelo matemático, que definirá el proceso mediante el cual se determina las fuerzas internas producidas en una viga, es decir se pretende entender y predecir el comportamiento de esta clase de vigas (diferentes porcentajes en adición de fibras de acero) compuestas a los diferentes momentos de ensayo. Por lo cual, por medio de este proceso es posible obtener las deformaciones elásticas teóricas, y así poder comparar con las deformaciones reales obtenidas en el ensayo, también se obtiene otras propiedades como el giro derecho e izquierdo, la curvatura, momento máximo, corte máximo y módulo de elasticidad promedio, el cual se los representa por medio de gráficas, que por medio del análisis de cada una se puede comprender el comportamiento real de las losas empleadas en el respectivo ensayo experimental.



Figura 7. Carga Vs. Deformación



El gráfico carga vs deformación ayudan a juzgar si sus datos proceden de una distribución normal. Por ejemplo, si los datos proceden de una distribución normal cabe esperar que la distribución no tendrá una fuerte asimetría. Sin embargo, con pocos datos no es fácil obtener conclusiones consistentes y de ahí que se hayan ideado gráficos concretos para observar la normalidad de las puntuaciones de una variable. Finalmente, evaluar mediante inspección visual la normalidad de las puntuaciones.

Residencias	Carga Uniforme	Carga Uniforme
	(KN/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2	200

Por ello se aplicó la prueba de bondad de ajuste, que tienen por objetivo determinar si los datos se ajustan a una determinada distribución. La prueba de normalidad aplicada fue la prueba gráfica basadas en gráficos de normalidad como Q-Q plots.

Normalidad. Las observaciones se extraen de poblaciones distribuidas según la Normal para cada grupo. Pruebas de bondad de ajuste.

La ecuación estructural del modelo refleja una composición aditiva de las

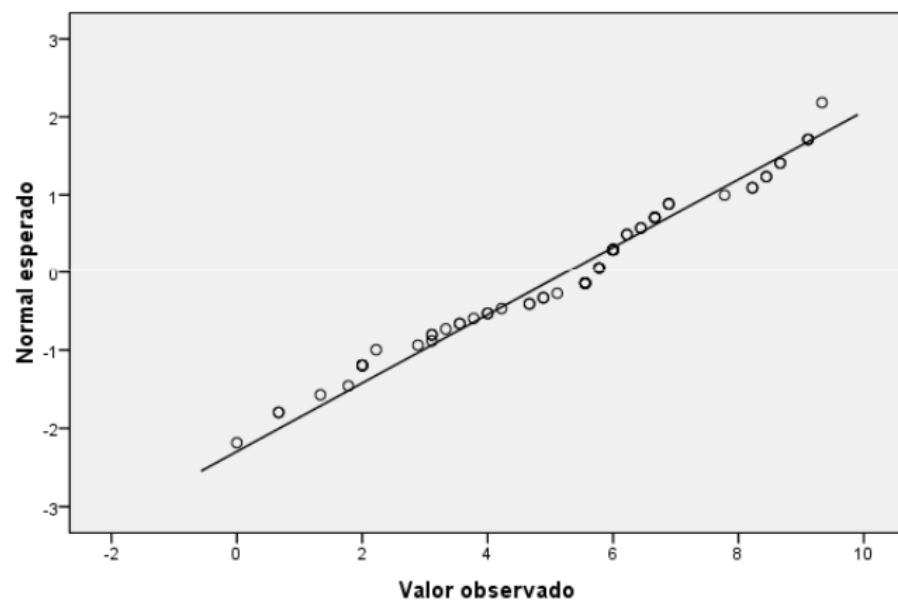
fuentes de variación.

La prueba: Normal Probability Plot: (gráfico (gráfico Q - Q) es donde a cada valor observado se le empareja con su valor esperado, procedente éste último de una distribución normal.

Respecto a los errores: Los errores son independientes entre sí, se distribuyen según la Normal dentro de cada población del grupo  $N(0, \sigma^2)$ . Es decir, con media cero y varianzas equivalentes

Figura 8. Q-Q normal de Nota.

Gráfico Q-Q normal de Nota



Como la muestra es extraída de una población normal ambos valores se encuentran en la misma línea recta.

Estos gráficos trabajan con los datos estandarizados y ordenados. Cuando los datos se representan frente a los datos esperados de una distribución  $N(0, 1)$  se deben obtener puntos alineados en la diagonal de un cuadro.

### 2.2.8. Procedimiento de análisis de datos

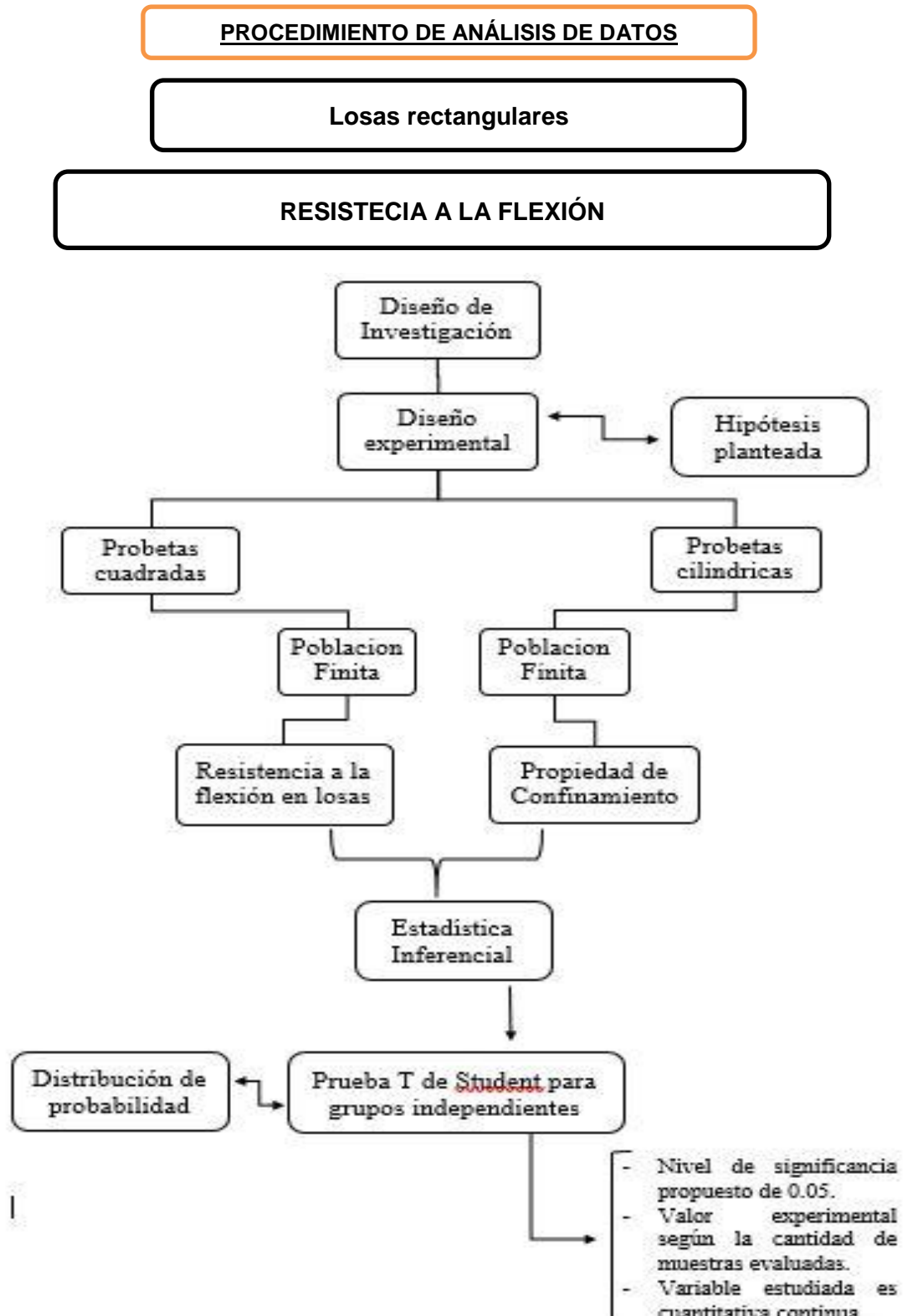
En esta investigación se propone analizar la influencia de adicionar residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada

demanda de instalaciones sanitarias. Se plantea evaluar diferentes especímenes que simulen una losa aligerada expuesta a condiciones convencionales con presencia de elementos lineales (tuberías), para luego estudiar su resistencia a la flexión tras adicionar diferentes porcentajes en peso de alambre #8. El método de análisis de datos propuesto será la inferencia estadística puesto que se conformará una cantidad finita de especímenes, y a partir de la información empírica obtenida se inducirá cual es el comportamiento mecánico de losas reforzadas con fibras de alambre N°08. Las probetas cuadradas y cilíndricas servirán para medir la propiedad mecánica de resistencia a la flexión y coeficiente de Poisson respectivamente.

El procedimiento clásico de encofrado hace necesario el empleo de materiales adicionales como son el alambre, clavos, laca, etc. Por otra parte, se estima que en promedio por metro cuadrado de encofrado en un elemento vertical se emplea 0.7 kg de alambre # 8, que finalmente pasan a convertirse en un desecho finalizado su propósito, para conocer las características de comportamiento de los modelos, se medirán las deformaciones unitarias y desplazamientos en diversos puntos de los mismos, y además se monitorearán los valores de cargas aplicadas en el centro de la losa, se usarán deformímetros eléctricos para medir deformaciones unitarias en puntos específicos del refuerzo longitudinal. Se usaron extensómetros para medir directamente el desplazamiento vertical que presentaron algunos puntos específicos de los modelos y una celda de carga calibrada con gato hidráulico de prueba para medir las cargas aplicadas en los diferentes estados de la prueba. Para los desplazamientos se emplearán transductores de desplazamiento lineal. Tanto las medidas de deformaciones unitarias, como las de los desplazamientos, como la carga aplicada, serán leídos

y almacenados a través de un dispositivo de adquisición de información conectado a una computadora.

Figura 9. Procedimiento de Análisis de datos



#### **a. Resistencia a la Flexión de vigas y losas de concreto (ASTM C-78)**

Este procedimiento de prueba cobertura y define la resistencia a la flexión del concreto mediante el empleo de una viga simple con peso a los tercios del claro.

Las conclusiones son producidos y reportados como módulo de ruptura.

El esfuerzo definido cambiará cuando existe diferencias en dimensión de probeta, preparación, condiciones de humedad, curado, o cuando la viga ha sido moldeada a la dimensión requerida.

##### **- Ensayo**

La probeta de prueba de adecuará con todos los requerimientos del Método de Ensayo, aplicable a la viga y proveas prismáticos y tendrá una longitud tres veces su altura, con variaciones no mayores del 2% de esta medida, los lados de la probeta tendrán formar un ángulo recto con la superficie superior e inferior de la misma. Todas las superficies deben estar lisas y libres de escamas, dientes, agujeros o marcas de identificación escritas

##### **- Procedimiento**

Las pruebas de flexión de probetas curados húmedos, tendrán que ser hechos tan pronto sea práctico después de removerlos de su almacenamiento húmedo, secando la superficie del espécimen que da como conclusión minimizar la medida de la resistencia a la flexión.

- Cuando se empleen especímenes moldeados, gire el espécimen a ensayar con respecto a su posición como fue moldeado y centrarlo en los bloques de soporte.
- Cuando use especímenes aserrados, la posición del espécimen será tal que la cara de tensión corresponda al fondo o superficie del espécimen como se cortó del material madre.
- Centre el sistema de carga con relación a la fuerza aplicada.

- Coloque los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en el tercio medio y aplique una carga entre 3 y 6% de la carga última estimada.
- Usando medidores de espesor de 0.10 mm y 0.38 mm, determine si alguna hendidura entre el espécimen y la carga aplicada o los bloques de soporte es mayor o menor que cada uno de los medidores sobre una longitud de 1 pulg. (25 mm) o más.
- Estos empaques serán de espesor uniforme  $\frac{1}{4}$  pulg. (6.4 mm), con ancho de 1 a 2 pulg. (25 a 50 mm) y deberán extenderse en la sección, el ancho completo de la viga.
- Hendiduras mayores de 0.015 pulg. (0.38 mm) serán eliminadas únicamente por cabeceado o pulido.
- Pulir las superficies laterales debe ser minimizado ya que el pulido puede cambiar las características físicas del espécimen.
- El cabeceado será de acuerdo con las secciones aplicables de la Práctica C 617.
- Cargar el espécimen continuamente y sin golpe.
- La carga deberá ser aplicada a una razón constante hasta el punto de rotura.
- Aplique la carga en una razón que continuamente incremente los esfuerzos en la fibra extrema entre 125 y 175 psi/min (0.86 y 1.21 Mpa/min), hasta que ocurra la fractura.

**b. Módulo de Elasticidad y razón de Poisson en cilindros de concreto (ASTM C-469)**

Este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado

establecido.

**- Ensayo**

El módulo de elasticidad y la relación de Poisson, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la resistencia última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias observadas.

**- Procedimiento**

Los especímenes deben someterse a las condiciones de curado normalizado especificadas y ser ensayados a la edad para la cual se desea la información del módulo de elasticidad. Los especímenes se deben ensayar una hora después de ser removidos del cuarto de o tanque de curado. Los especímenes removidos del cuarto o tanque de curado para su ensayo se deben mantener húmedos, cubriéndolos con una lona mojada durante el intervalo de tiempo entre su remoción del curado y la realización del ensayo.

Colocar el espécimen de ensayo, con el equipo de medición de deformación instalado, en la platina o bloque de apoyo inferior de la máquina de ensayo. Cuidadosamente alinear el eje del espécimen con el centro de la rótula del cabezal superior de apoyo. A medida que el bloque superior de apoyo se lleva lentamente a asentarse sobre el espécimen, rote la parte móvil del bloque suavemente hasta que se obtenga un apoyo uniforme.

Aplicar la carga continuamente y sin impactos. Ajustar la máquina de ensayo del tipo de tornillos de manera que el cabezal móvil se mueva a una velocidad aproximada de 1.25 mm (0.05 pulg.)/min cuando la máquina está corriendo libre.

La deformación unitaria longitudinal es igual a la deformación longitudinal total,



dividida por la longitud de base efectiva del deformímetro. Si se desea determinar la relación de Poisson, registre la deformación unitaria transversal en los mismos puntos. Si se va a determinar la curva esfuerzo-deformación unitaria tome dos o más lecturas en puntos intermedios, sin interrupción de la carga; o utilizar un instrumento que haga registros continuos. Inmediatamente después que se alcance la carga máxima prevista, excepto en el ciclo final de carga, reducir la carga a cero, a la misma velocidad como fue aplicada. Si el observador falla en realizar una lectura, complete el ciclo de carga y repítalo. Registre el ciclo de carga extra en el informe.



### 2.3. Operacionalización de variables.

**Variable independiente:**

- Residuos de construcción debido al encofrado convencional (alambre N°08)

**Variable dependiente:**

- Resistencia a la flexión

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores/items
Resistencia a la flexión	Este método de ensayo cubre la determinación del módulo de ruptura de una viga simple, asociado a elementos estructurales compuesta por viguetas y ladrillos. Contienen un conjunto de tuberías de conducción y conexiones, necesarios para la evacuación de las aguas negras de una edificación.	Se mide mediante la aplicación de cargas a una viga de concreto para obtener su resistencia a la falla por momento.	Carga en cada tercio de la luz.  Deformación unitaria.	Esfuerzo máximo de rotura (Tensión en el tercio medio de la viga).

### III. RESULTADOS.

#### 1. Resistencia a la flexión en losa 1 (5% fibra de acero)

- Losa 1 :100x57x10xcm
- Espesor del firme o loseta = 10 cm
- Conectores de corte = 5% alambre N°08 de reciclaje
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de la losa

- Momento plástico teórico viga sola=  $0.65 \text{ Tn}\cdot\text{m}$
- Momento elástico teórico viga sola=  $0.54 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ . Del análisis de la viga compuesta.
- Momento plástico teórico viga compuesta =  $1.65 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

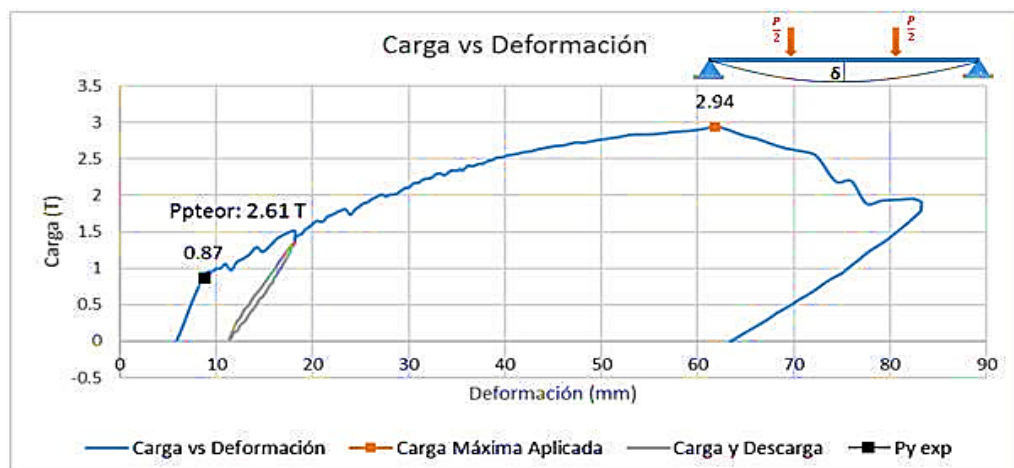
Momento elástico teórico viga compuesta=  $1.02 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

Para el respectivo ensayo se plantea cargar la losa hasta su respectiva falla, se realiza 2 ciclos de carga y descarga. Las primeras fisuras se presentaban a una carga de 1.50 Tn y fueron exclusivas a flexión.

#### Carga vs Deformación:

Se prosigue con la aplicación de la carga hasta que la losa tenga fisuras pronunciadas o colapse, en la zona donde se aplica la carga se producen las grietas más pronunciadas, estas grietas tienen una inclinación aproximada de  $45^\circ$  debido a los esfuerzos cortantes.

Figura 10. Carga vs. Deformación, Ensayo 1



### Deformaciones teóricas vs reales

Se tiene que las deformaciones teóricas son menores a las reales, esto es debido a que existen corrimiento entre la vigueta, el ladrillo y la pequeña loseta de hormigón.

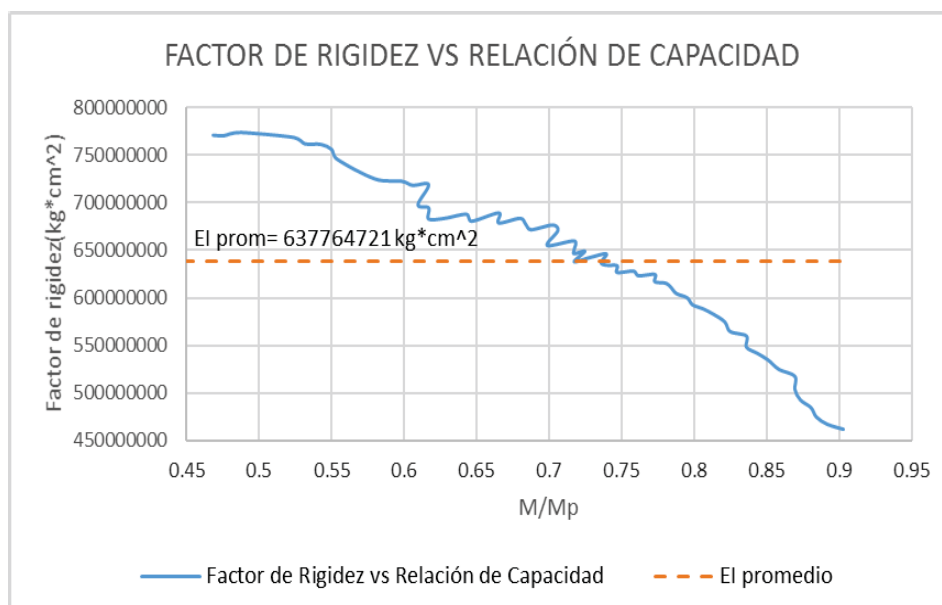
Tabla 1 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 1

P (kg)	$\delta$ teori.	$\delta$ real
785.78	7.06	8.36
1124.27	10.11	12.83
1800.56	16.19	23.51
2597.87	23.35	42.66
2936.20	26.39	61.86

Figura 11. Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 1



Figura 12. Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 1



## 2. Resistencia a la flexión en losa 2 (10% fibra de acero)

- Losa 2: 100x57x10xcm
- Espesor del firme o loseta = 10 cm
- Conectores de corte = 10% alambre N°08 de reciclaje
- $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de la viga.

- Momento plástico teórico viga sola=  $0.56 \text{ Tn}^*\text{m}$
- Momento elástico teórico viga sola=  $0.48 \text{ Tn}^*\text{m}$

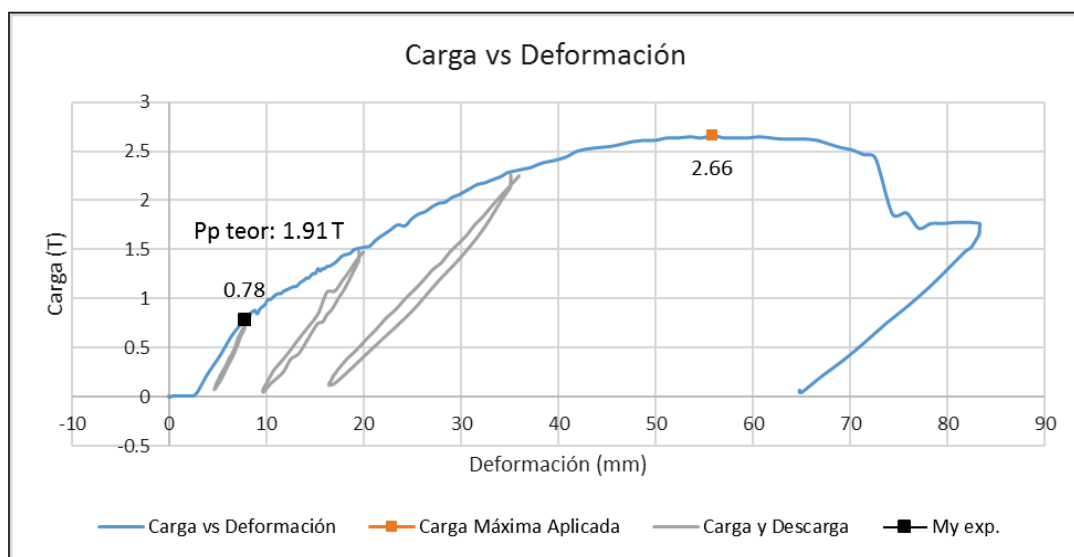
Del análisis de la viga compuesta.

- Momento plástico teórico viga compuesta =  $1.21 \text{ Tn}^*\text{m}$
- Momento elástico teórico viga compuesta =  $0.81 \text{ Tn}^*\text{m}$

Para el respectivo ensayo se plantea cargar la losa hasta su respectiva falla, se realiza 3 ciclos de carga y descarga. Las primeras fisuras se presentaban a una carga de 1.50 T y fueron exclusivas a flexión.

### Carga vs Deformación:

Figura 13. Curva Carga - Deformación, Ensayo 2



Se prosigue con la aplicación de la carga hasta que la losa tenga fisuras pronunciadas o colapse, en la zona donde se aplica la carga se producen las grietas más pronunciadas, estas grietas tienen una inclinación aproximada de  $45^{\circ}$  debido a los esfuerzos cortantes.

### Deformaciones teóricas vs reales

Tabla 2 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 2

P (kg)	$\delta$ teór.	$\delta$ real
784.53	5.49	7.78
1122.48	7.86	12.82
1810.37	12.69	24.96
2244.85	15.73	35.94
2570.60	18.01	46.61

Figura 14. Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 2

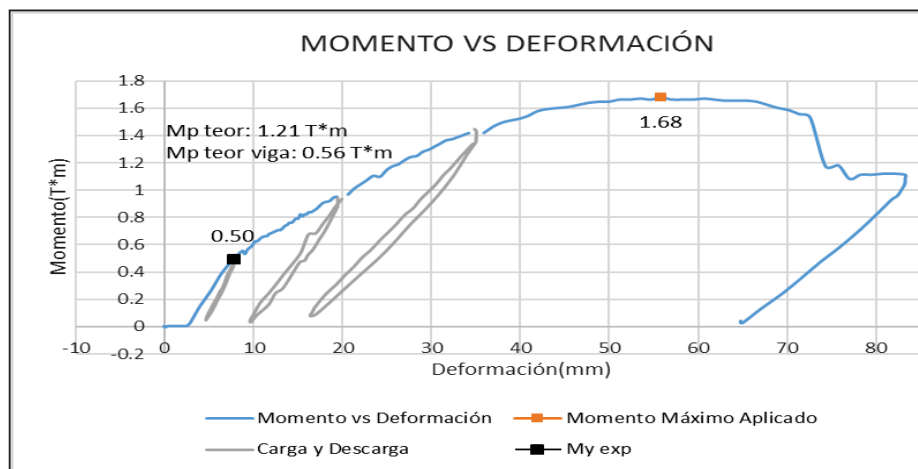
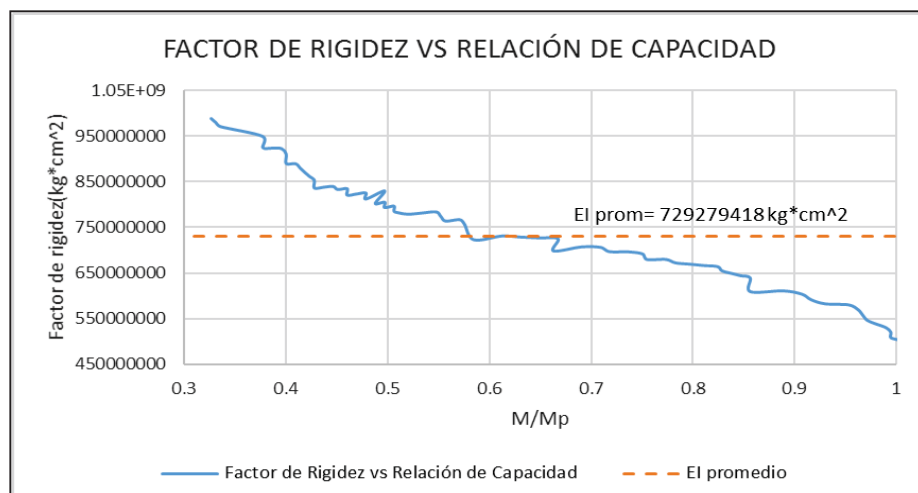


Figura 15. Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 2



### 3. Resistencia a la flexión en losa 3 (15% fibra de acero)

- Viga 3: 100x57x10xcm
- Espesor del firme o loseta = 10 cm
- Conectores de corte = 15% alambre N°08 de reciclaje
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de la viga.

- Momento elástico teórico viga sola=  $0.72 \text{ Tn} \cdot \text{m}$
- Momento plástico teórico viga sola=  $0.83 \text{ Tn} \cdot \text{m}$

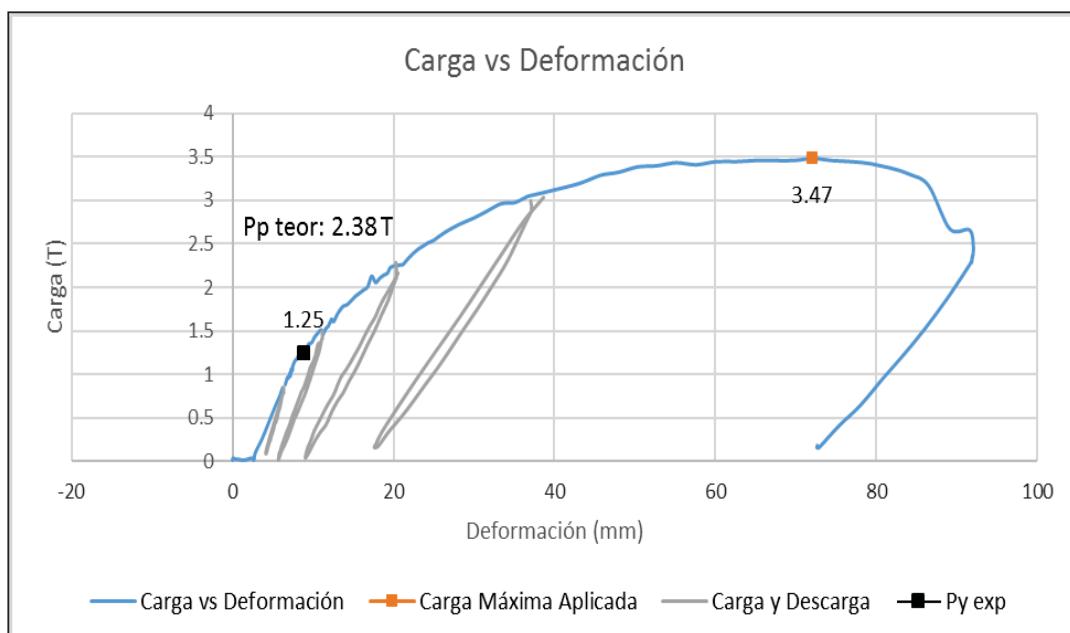
Del análisis de la viga compuesta.

- Momento plástico teórico viga compuesta =  $1.51 \text{ Tn} \cdot \text{m}$
- Momento elástico teórico viga compuesta =  $1.02 \text{ Tn} \cdot \text{m}$

Para el respectivo ensayo se plantea cargar la losa hasta su respectiva falla, se realiza 4 ciclos de carga y descarga. Las primeras fisuras se presentaban a una carga de 1.50 T y fueron exclusivas a flexión.

#### Carga vs Deformación:

Figura 16. Curva Carga - Deformación, Ensayo 3



Se prosigue con la aplicación de la carga hasta que la losa tenga fisuras pronunciadas o colapse, en la zona donde se aplica la carga se producen las grietas más pronunciadas, estas grietas tienen una inclinación aproximada de  $45^{\circ}$  debido a los esfuerzos cortantes.

**Deformaciones teóricas vs reales**

Tabla 3 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 3

P (kg)	$\delta$ teori.	$\delta$ real
736.04	5.15	8.81
1122.10	7.87	7.60
2002.85	14.04	16.79
2919.67	20.46	37.09
3402.26	23.85	57.63

Figura 17. Curva Momento Vs Deformación, Ensayo 3

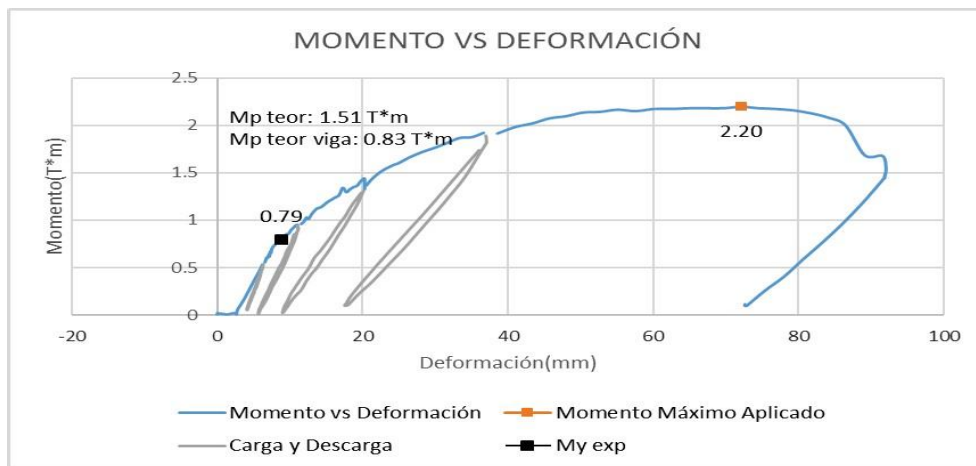
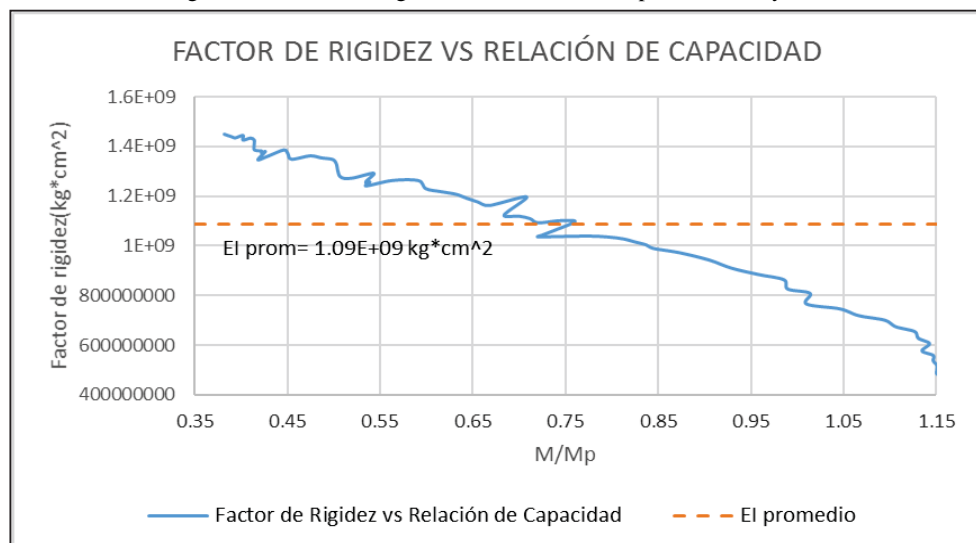


Figura 18. Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 3



#### 4. Resistencia a la flexión en losa 4 (20% fibra de acero)

- Viga 4 100x57x10xcm
- Espesor del firme o loseta = 10 cm
- Conectores de corte = 20% alambre N°08 de reciclaje
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Del análisis de la viga.

- Momento plástico teórico viga sola=  $0.74 \text{ Tn}\cdot\text{m}$
- Momento elástico teórico viga sola=  $0.66 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

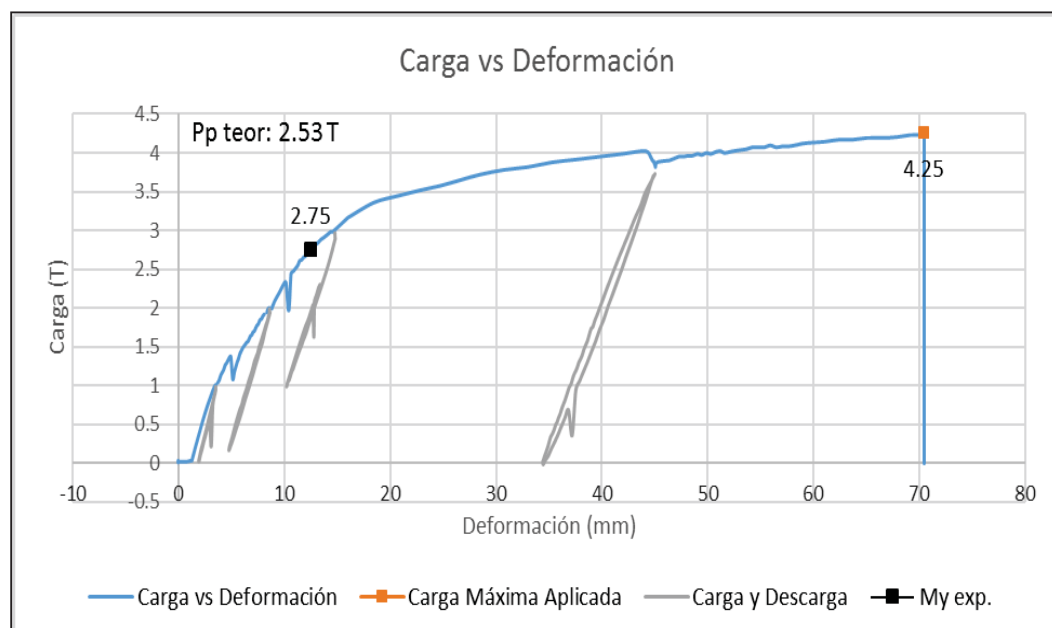
Del análisis de la viga compuesta.

- Momento plástico teórico viga compuesta =  $1.6 \text{ Tn}\cdot\text{m}$
- Momento elástico teórico viga compuesta =  $1.12 \text{ Tn}\cdot\text{m}$

Para el respectivo ensayo se plantea cargar la losa hasta su respectiva falla, se realiza 4 ciclos de carga y descarga. Las primeras fisuras se presentaban a una carga de 1.50 T y fueron exclusivas a flexión.

#### Carga vs Deformación:

Figura 19 Curva Carga - Deformación, Ensayo 4





Se prosigue con la aplicación de la carga hasta que la losa tenga fisuras pronunciadas o colapse, en la zona donde se aplica la carga se producen las grietas más pronunciadas, estas grietas tienen una inclinación aproximada de  $45^{\circ}$  debido a los esfuerzos cortantes.

Deformaciones teóricas vs reales

Tabla 4 Deformaciones Teóricas Vs Reales, Ensayo 4

P (kg)	$\delta$ teori.	$\delta$ real
663.75	4.65	2.52
1170.62	8.21	4.10
1918.85	13.45	8.06
2655.14	18.61	11.81
3512.03	24.61	22.73

Figura 20. Curva Momento Vs Deformación, Ensayo

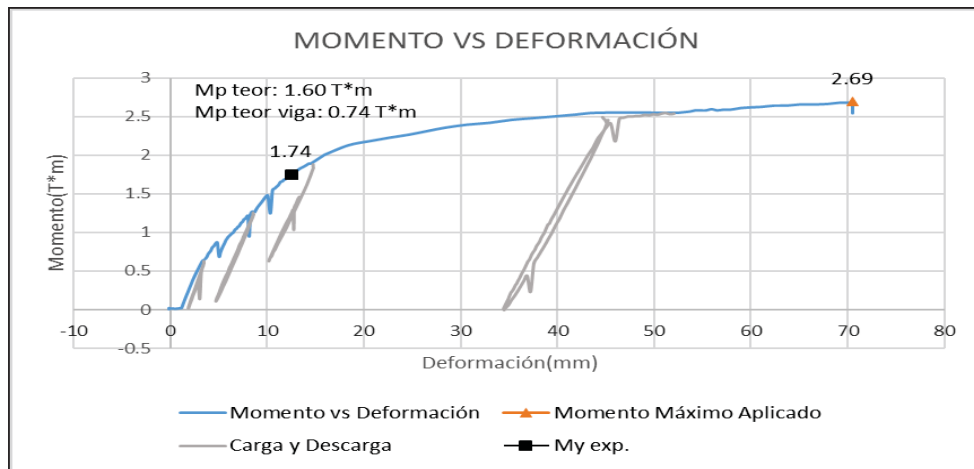
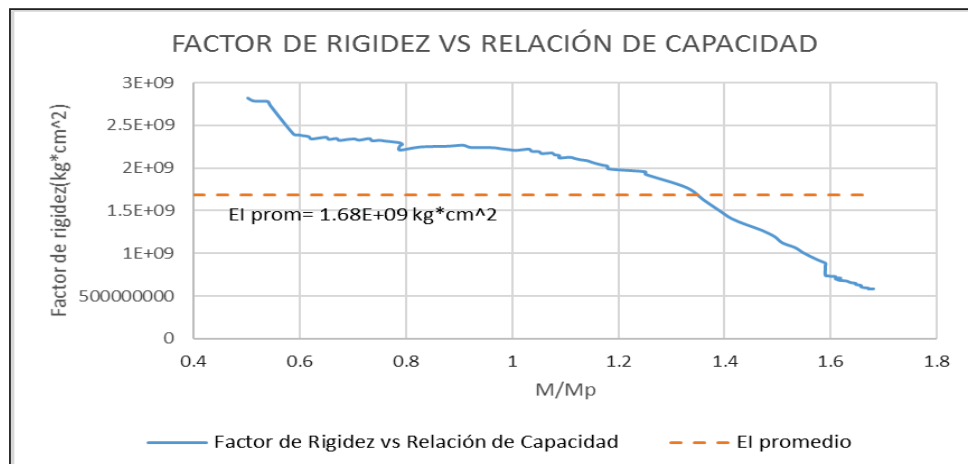


Figura 21 Factor De Rigidez Vs Relación De Capacidad, Ensayo 4



**Resumen de resultados obtenidos:**

			LOSA 1	LOSA 2	LOSA 3	LOSA 4	Unid.
			Momento Negativo	Momento Negativo	Momento Negativo	Momento Positivo	
Sección Compuesta	Momento plástico	Mp=	1.65	1.21	1.51	1.6	T*m
	Corte plástico	Vp=	2.61	1.91	2.38	2.53	T
	Momento elástico	My=	1.02	0.81	1.02	1.12	T*m
	Capacidad experimental	M=	0.55	0.50	0.79	1.74	T*m
	Capacidad de carga experimental	V=	0.87	0.78	1.25	2.75	T
	Inercia viga transformada n=10.22	It=	421.1	316.9	368.6	603.74	cm <sup>4</sup>
	Inercia Exp. promedio	I <sub>prom</sub> =	312.17	356.96	532.98	826.65	cm <sup>4</sup>
Viga	Momento plástico viga sola=	Mp=	0.65	0.56	0.83	0.74	T*m
	Momento elástico viga sola	My=	0.54	0.48	0.72	0.66	T*m
	Inercia viga sola	I=	133.99	119.59	179.39	164.99	cm <sup>4</sup>

## IV. DISCUSIÓN.

### 1. Resistencia a la flexión en losa 1 (5% fibra de acero)

La carga de plastificación teórica es de 2.61Tn, en la Gráfica 1 se puede observar que la sección compuesta trabaja con un comportamiento lineal hasta un valor de 0.87 Tn, a partir de ahí esta comienza a plastificar, posteriormente el ensayo se lo realiza hasta tener una carga aplicada de 2.94 Tn, en ese instante se deja de aplicar carga, por lo que se puede observar que la sección sobrepasa la carga de plastificación teórica, pero el patín superior presenta daños por pandeo local.

#### Deformaciones teóricas vs reales

Se tiene que las deformaciones teóricas son menores a las reales, esto es debido a que existen corrimiento entre la viga metálica, la bovedilla y la pequeña loseta de hormigón.

El momento de plastificación teórico de la sección con adición de fibras de acero es de 1.65 Tn-m, el momento plástico teórico de la viga sola es de 0.65 Tn-m, en la Gráfica 2 se puede observar el comportamiento real la viga compuesta y esta trabaja con un comportamiento lineal hasta un valor de 0.55 Tn-m; a partir de allí la viga comienza a fallar especialmente en la fibra superior, pese a esto la viga sigue trabajando hasta un momento de 1.86 Tn-m, el momento de plastificación teórico de la sección reforzada alcanza a desarrollarse pero el extremo superior presenta daños por pandeo local.

De la Gráfica 3 se puede observar que el factor de Rigidez disminuye conforme la carga aumenta su valor, debido a problemas ocasionados en los vacíos superior de la viga reforzada que comienza a pandearse y hace que el sistema compuesto pierda rigidez.

### **Distribución de esfuerzos en sección transversal:**

Para medir una distribución real de esfuerzos se usa strain gages (sistema automático), que están colocados en la sección transversal de la sección reforzada. El ensayo se lo realiza a momento negativo, por lo que las fibras externas de la viga reforzada, distribución de esfuerzos, se comprimen y la de hormigón se traccionan. En la gráfica 1 se representa la distribución de esfuerzos bajo ciertas cargas, pero los resultados en la fibra superior son cercanos ya que la viga comienza a plastificarse a cargas muy pequeñas, a partir de 0.10 Tn.

### **2. Resistencia a la flexión en losa 2 (10% fibra de acero)**

En el respectivo ensayo la viga sufre deformaciones en el extremo sometido a compresión, debido a que el hormigón no contribuye en este efecto ya que se realiza la comprobación a momento negativo.

Los bordes que rodean las piezas lineales también sufren pequeñas deformaciones, y esto es debido al reacomodo de los elementos debido a la acción de carga y descarga realizada por el gato hidráulico.

La carga de plastificación teórica es de 1.91Tn, en la Gráfica 4 se observa que la sección reforzada trabaja con un comportamiento lineal hasta un valor de 0.78 Tn, a partir de ahí la sección comienza a plastificarse, posteriormente el ensayo se realiza hasta tener una carga aplicada de 2.66 Tn, instante en el cual se deja de aplicar carga, por lo que se puede observar que la sección sobrepasa la carga de plastificación teórica, pero el extremo superior presenta daños por pandeo local.

### **Deformaciones teóricas vs reales**

Se tiene que las deformaciones teóricas son menores a las reales, esto es debido a que existen corrimientos entre la viga, y los elementos lineales dentro del hormigón.

El momento de plastificación teórico de la sección reforzada es de 1.21 Tn-m, el momento plástico de la viga sola es de 0.56 Tn-m, en la Gráfica 5 se puede observar

el comportamiento real la viga y se observa un comportamiento lineal hasta un valor de  $0.50 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ ; a partir de allí la viga comienza a fallar especialmente en el extremo superior, pese a eso la viga sigue trabajando hasta un momento de  $1.68 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ . El momento de plastificación teórico de la sección compuesta alcanza a desarrollarse, pero el extremo superior presenta también pandeo local.

De la Gráfica 6 se puede observar que el factor de Rigidez disminuye conforme la carga aumenta su valor, debido a problemas ocasionados en el ala superior de la viga metálica que comienza a pandearse y hace que el sistema compuesto pierda rigidez.

### **3. Resistencia a la flexión en losa 3 (15% fibra de acero)**

En el respectivo ensayo la viga sufre deformaciones en el extremo sometido a compresión, debido a que el hormigón no contribuye en este efecto ya que se realiza la comprobación a momento negativo.

El interior intermedio también sufre pequeñas deformaciones, y esto es debido al reacomodo de los elementos acompañado de la acción de carga y descarga realizada por el gato hidráulico.

La carga de plastificación teórica es de  $2.38 \text{ Tn}$ , pero en la Gráfica 7 se puede observar que la sección reforzada tiene un comportamiento lineal hasta un valor de  $1.25 \text{ Tn}$ , a partir de ahí la sección comienza a plastificarse, posteriormente el ensayo se lo realiza hasta tener una carga aplicada de  $3.47 \text{ Tn}$ , instante en el cual se deja de aplicar carga, por lo que se puede observar que la sección sobrepasa la carga de plastificación teórica, pero el extremo superior presenta otra vez daños por pandeo local.

#### **Deformaciones teóricas vs reales**

Se tiene que las deformaciones teóricas son menores a las reales en el rango inelástico, esto es debido al fenómeno explicado previamente.

El momento de plastificación teórico de la sección compuesta es de  $1.51 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ , el momento plástico de la viga sola es de  $0.83 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ , en la Gráfica 8 se puede observar

un comportamiento lineal de la viga compuesta hasta un valor de 0.79 Tn-m; a partir de allí la viga comienza a fallar especialmente en el patín superior, pese a eso la viga sigue trabajando hasta un momento de 2.20 Tn-m. El momento de plastificación teórico de la sección compuesta alcanza a desarrollarse, pero el extremo superior presenta problemas por pandeo local.

#### **Distribución de esfuerzos en sección transversal:**

De la Gráfica 9 se puede observar que el factor de Rigidez disminuye conforme la carga aumenta su valor, debido a problemas ocasionados en el extremo superior de la viga reforzada que comienza a pandearse y hace que el sistema compuesto pierda rigidez.

#### **4. Resistencia a la flexión en losa 4 (20% fibra de acero)**

En el respectivo ensayo, la viga sufre deformaciones en el extremo sometido a compresión debido a que el hormigón no contribuye en este efecto, ya que se realiza la comprobación a momento negativo. El interior intermedio también sufre pequeñas deformaciones, y esto es debido al acomodamiento de los elementos debido a la acción de carga y descarga realizada por el gato hidráulico.

La carga de plastificación teórica es de 2.53 Tn, pero en la Gráfica 10 se puede observar que la sección reforzada tiene un comportamiento elástico hasta un valor de 2.75 Tn, a partir de ahí la sección comienza a plastificarse, posteriormente el ensayo se realiza hasta tener una carga aplicada de 4.25 Tn, instante en el cual se deja de aplicar carga, por lo que se puede observar que la sección sobrepasa la carga de plastificación teórica, pero la capa de hormigón presenta pequeñas fisuras por compresión en el hormigón.

#### **Deformaciones teóricas vs reales**

El momento de plastificación teórico de la sección compuesta es de 1.60 Tn-m, el momento plástico de la viga sola es de 0.74 Tn-m, en la Gráfica 11 se puede observar

el comportamiento real la viga compuesta y esta tiene un comportamiento elástico hasta un valor de 1.74 Tn-m; a partir de allí la viga comienza a fallar especialmente en la capa de compresión del hormigón, pese a eso la viga sigue trabajando hasta un momento de 2.69 Tn-m, alcanzando a desarrollarse el momento de plastificación teórico de la sección reforzada, pero presenta pequeñas fisuras.

De la Gráfica 12 se puede observar que el factor de Rigidez disminuye conforme la carga aumenta su valor, debido a problemas ocasionados por el agrietamiento en el hormigón, ocasionando que el sistema compuesto pierda rigidez.

#### **Distribución de esfuerzos en sección transversal:**

El Ensayo se lo realiza a momento positivo, por lo que las fibras externas de la viga de acero, ver gráfico 1, se traccionan y la de hormigón se comprimen. En el Gráfico 1 se representa también la distribución de esfuerzos bajo ciertas cargas, la viga metálica comienza a plastificarse a una carga de 3.88 Tn, pero estos resultados son un poco inconsistentes.

#### **5. Contenido de fibras:**

- Por otro lado, se obtuvo que el asentamiento disminuyó levemente cuando se aumentó el contenido de fibras, esta disminución se debe al efecto de “enganche” de las fibras en el concreto.
- En la ficha de recolección de datos se observa que el intervalo de los valores medidos de la masa unitaria del concreto ( $2205\text{kg/m}^3$  y  $2234\text{kg/m}^3$ ) se encuentran en el límite establecido por la NTP para concreto simple de peso normal ( $2155\text{kg/m}^3$  y  $2550\text{kg/m}^3$ ). El contenido de aire registró cambios significativos a medida que se aumentó la dosificación de fibras, esto se debe a la diferencia entre las dosificaciones empleadas, esto incentivó cambios significativos de esta propiedad.
- Para determinar el efecto normalizado de las fibras de acero sobre la resistencia a

tensión por flexión del concreto, se obtuvieron los cocientes entre la resistencia al agrietamiento y la raíz cuadrada de la resistencia a compresión del CRFA ( $f_r/\sqrt{f_c}$ ). Adicionalmente, se obtuvieron los cocientes entre las resistencias residuales y el módulo de ruptura del CRFA ( $f_{lc}/300/f_r$  y  $f_{lc}/150/f_r$ ). En este estudio no se observó un segundo pico de resistencia después del agrietamiento y, por tanto, no se reportan valores asociados a la resistencia máxima,  $f_{max}$ , los ensayos de flexión de vigas demostraron que la resistencia al agrietamiento o módulo de ruptura,  $f_r$ , y la deflexión asociada a esta resistencia, varían significativamente al incrementar el contenido de fibra, pues a partir de este punto de la curva inicia el aporte de las fibras. En las gráficas 1, 4, 7 se muestran las propiedades mecánicas que determinan la resistencia residual y la absorción de energía a tensión por flexión del CRFA, en las gráficas mencionadas se observa que la tenacidad ( $T_f$ ) aumentó levemente al incrementar el contenido de fibras de acero.

Khalloo (2005), Observaron que:

En losas de CRFA, la fuerza última a flexión se incrementa cuando las fibras se agregan al concreto, sin embargo, se observa que la deflexión en  $P_{max}$  ( $d_{max}$ ) y la deflexión en  $P_u$  ( $d_u$ ) aumentaron de acuerdo con el incremento del producto modular, al igual que Hadi en el 2008, también observó que la deflexión última aumenta en las losas de CRFA.

Finalmente los resultados muestran que a medida que aumenta la dosificación de fibras de acero, la absorción de energía aumenta debido a que las fibras generan un mayor número de micro fisuras y un efecto de “enganche” que permite que se generen anchos de grietas significativos antes de que se presente la falla por extracción de las fibras Kha-lloo y Afshari en el 2005, Sorelli en el 2004 y Hadi en el 2008, también observaron que en las losas con CRFA se obtiene un comportamiento más estable (poca degradación) y la capacidad de absorción de energía mejora significativamente.





## V. CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó la influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas mediante los ensayos de las propiedades mecánicas de la presente investigación revelaron que el módulo de elasticidad se reduce cuando se eleva la proporción de fibras, a consecuencia en la reducción de la cantidad de agregado grueso por la existencia de las fibras, confirmando que las fibras de acero influyen positivamente en la resistencia a la flexión de losas de concreto.
- ❖ Se estableció la mejor dosificación en adición de residuos de construcción en losas rectangulares de concreto mediante la resistencia a la flexión y la tenacidad aumentaron levemente con el incremento de fibras, alcanzando mejores resultados cuando la dosificación es 15% de fibra de acero.
- ❖ Se estudió el comportamiento de las losas mediante las curvas carga-deformación y las curvas tenacidad-deflexión que muestra el coeficiente de tensión indirecta, demostraron que fomenta una característica más maleable, trabajable en losas y elevarían carga para la resistencia de la probeta a una proporción determinada, a diferencia de la capacidad máxima de las losas, las deflexiones y la tenacidad en la falla se elevaron característico al elevar la proporción de fibras de acero a 20 kg/m<sup>3</sup>.



## VI. RECOMENDACIONES.

- ❖ Las instituciones públicas y privadas orientadas al rubro de edificaciones deben propiciar el uso de nuevos sistemas de construcción, como el sistema de entepiso con losa reforzada con fibras de acero, para lograr una mejor calidad de obra y demanda de los mismos, lo que implicará una reducción en los costos frente a los métodos tradicionales.
- ❖ Las universidades de la región deben promover filosofías de diseño en losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias. Para ello se debe utilizar adecuadamente el método elástico o el método de resistencia última, todo esto siguiendo los parámetros de las normas N.T.E. - E.020, N.T.E. - E.060, N.T.E.- E.090.
- ❖ Se recomienda a los investigadores de ingeniería civil utilizar un espesor de la losa o peralte efectivo, con dimensiones menores, dado que se debe conocer la resistencia del elemento compuesto utilizando las fibras de alambre, que disminuiría el peso general del sistema y así se reduciría el costo de la fabricación.
- ❖ Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el comportamiento mecánico de este tipo de losas utilizando una malla electro soldada para evitar problemas de agrietamiento en el hormigón y las influencias de la temperatura y el clima.
- ❖ El comportamiento de las losas con elevada demanda de instalaciones sanitarias hoy en día no está completamente comprendido. Por ello es conveniente realizar ensayos y estudios en las universidades que permitan profundizar nuestro conocimiento.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abanto, C. (2012). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima-Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Ache. (2000). *Departamento de Ingeniería e Investigación*. Lima-Perú: Manual Técnico de Sistema Constructivo.
- Aguirre, J. Y. (2016). *Resistencia a Compresión Uniaxial del Concreto  $F'c=175 \text{ Kg/Cm}^2$  de Agregados de Cerro con la adición de diferentes porcentajes de Fibras de Polipropileno, UPN - 2016*". Cajamarca, Perú: UPN.
- Aranda, L. (2014). *Diseño y Análisis de Losas de Hormigón- Losas Compuestas*. . Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.
- Barboza, S. L. (2015). *Determinación de la Influencia de la Fibra de Acero en el Esfuerzo a Flexión del concreto para Un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$* . Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Basulto, D. (7 de 1 de 2016). *arch daily* . Obtenido de arch daily : <http://www.archdaily.mx>
- Blanco, A. (2011). *Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sótanos y Cinco pisos, ubicado en San Isidro - Lima*. Lima: PUCP.
- Blasco, A. B. (2012). *Evolucion del diseño de concreto armado en el Peru*. Lima: PUCP.
- Botero, L. F. (2008). *Construcción de edificaciones*. Medellin, Colombia: EAFIT.
- Carrillo, V. (2014). *nálisis Comparativo de Costos y Eficiencia de Edificios en Diferentes Materiales*. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Castillo, A. (2012). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. . Lima-Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Chavarry, N. R. (2015). *Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas*. Cajamarca, Perú:



Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Cutti Huallpa, K. (2015). *Análisis Experimental del Uso de Las Fibras de carbono para el Reforzamiento en una Viga Peraltada, de Concreto Armado para una edificación en La ciudad de Lircay*. Lircay, Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Dulce M. Aguilar H., J. C. (2014). *Estudio Experimental sobre el comportamiento de losas con alma de Poliestireno expandido y mallas sujetas a cargas verticales*. Sociedad Mexicana de ingeniería estructural, 13.

Enriquez, R. (2004). *Análisis Técnico y Económico de losas de Entrepiso*. Piura: PE. Universidad de Piura.

Erakunde, A. (2015). *Diseño de Losas Colaborantes Unidireccionales de Hormigón Usando Planchas Zincalum*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

Hannant. (1978). *Estructuras de Concreto Reforzado*. México: EDITORIAL LIMUSA.

Harmsen, T. E. (2005). *Propiedades del concreto y sus componentes*. Lima: Limusa.

Hermanus, M. (14 de 08 de 2015). *HAUSJOURNAL*. Obtenido de HAUSJOURNAL:  
<http://www.hausjournal.net/stahlbetondecke>

Higuera, L. F. (2017). *Aplicación de concreto reforzado con Fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interes social*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Homecenter. (2017). *Aceros Procesados S.A.* Lima-Perú: Catálogo Técnico.

Julian Carrillo, D. S. (2016). Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. *Ingeniería Investigación y Tecnología.*, 14.

Loja, P. (2015). *Hormigón Armado*. Buenos Aires- Argentina: Editorial Nobuko.



López, F. J. (2015). *“Estudio Numérico-Experimental de Fibras PET y su comportamiento en una matriz de Ccncreto”*. Mexico: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

Ministerio de vivienda, c. y. (2009). *Norma técnica de edificación E.060 concreto armado*. Lima: Diario el Peruano.

Ortega. (2014). *Efectos de la Modulación de Losas en las Fallas Transversales en pavimentos rígidos*. Cartagena: GEOMAVIT.

Ruiz, J. P. (2016). *“Análisis de Eficiencia Estructural entre una losa nervada y una losa aliviada con pelotas de plástico reciclado*. ambato, ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Torre, T. H. (2005). Propiedades del concreto y sus componentes. En T. E. Harmsen, *Propiedades del concreto y sus componentes* (pág. 245). Lima, Perú: Limusa.

Yazici, G. (2007). *Estructuras Mixtas de Acero y Hormigó*. Uruguay: Universidad de la República de Uruguay.



ANEXOS.

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOSAS ALIGERADAS, TRUJILLO 2019”

PROBLEMA GENERAL	O B J E T I V O S	M A R C O T E Ó R I C O	H I P Ó T E S I S	V A R I A B L E S	M E T O D O L O G Í A
<p>¿Cómo influye la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas de concreto?</p> <p>Existen residuos de construcción generados por el encofrado de diferentes sistemas estructurales como son columnas, placas, vigas losas, etc. Entiéndase por residuos al alambre #8 y #16, en esta investigación. Al mismo tiempo tenemos como hipótesis que existe una disminución de la resistencia a la flexión en losas con exceso de elementos lineales (tuberías, en su mayoría de desagüe) en su composición, siendo generalmente la densidad de estos elementos superior al 35% por volumen de concreto armado.</p>	<p>O. General: Evaluar la influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas en Trujillo en el 2019..</p> <p>O. Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la resistencia a la comprensión para especímenes cilíndricos con el diseño de mezcla establecido en las losas predefinidas.</li> <li>Estudiar las propiedades físicas y mecánicas de los residuos de construcción como son el alambre #8 y #16.</li> <li>Establecer la mejor dosificación en adición de residuos de construcción en losas cuadradas de concreto.</li> <li>Determinar el coeficiente de tensión indirecta en los prototipos de losas de concreto.</li> <li>Estudiar el comportamiento de las losas por medio de la curva carga – deformación.</li> </ul>	<p>(Carrillo, 2016) en su tesis titulada “Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero”</p> <p>(López, 2015) en su tesis titulada “Estudio numérico-experimental de fibras de pet y acero en su comportamiento en una matriz de concreto”</p> <p>(Higuera, 2017) en su tesis titulada “Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social “</p> <p>(BARBOZA, 2015) en su tesis titulada “Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un "f<sub>c</sub>=280 kg/cm<sup>2</sup>".</p> <p>(Aguirre, 2016) en su tesis titulada “Resistencia a compresión uniaxial de concreto f<sub>c</sub>=175 kg/cm<sup>2</sup> de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, 2016”</p> <p>(CUTTI, 2015) en su tesis titulada “Análisis experimental del uso de</p>	<p>H. General: La adición de fibras de alambre N°08 en losas aligeradas mejora significativamente la resistencia a la flexión y compresión, no alterara sus propiedades físicas, influye positivamente en el reforzamiento longitudinal debido a los vacíos generados por las piezas de saneamiento además conserva el valor de la masa unitaria del concreto reforzado con dichas fibras de alambre.</p>	<p>V. Independiente:</p> <p>1. Residuos de construcción (Alambre N° 08).</p> <p>A partir de esta variable se obtendrán las mejoras de las propiedades de flexión de losas aligeradas.</p> <p>V. Dependiente:</p> <p>1. Resistencia a la flexión en losas aligeradas.</p> <p>2. Propiedades físicas.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>1. Propiedad mecánica.</p> <p>- Resistencia a la Flexión.</p> <p>-Confinamiento.</p> <p>2. Propiedades físicas.</p> <p>- Peso unitario.</p>	<p>Diseño de Investigación: Pura - experimental</p> <p>Unidad de Estudio: Losas aligeradas concreto de 100 cm de lado x 57 cm de ancho y 10 cm de espesor.</p> <p>Población: Todas las losas rectangulares con adición de residuos de construcción en Trujillo en el año 2019</p> <p>: Muestra: Probetas cuadradas de 60x60cm y 10 cm de espesor para evaluar la propiedad de resistencia a la flexión en losas aligeradas, en este ensayo se propone utilizar planchas de Tecnopor y tuberías de Ø ½” que cumplan la función del ladrillo de arcilla e instalaciones sanitarias respectivamente.</p> <p>Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos:</p> <p>Técnica: Observación experimental.</p>



		las fibras de carbono para el reforzamiento en una viga peraltada, de concreto armado para una edificación en la ciudad de Lircay, Angaraes, Huancavelica”.			Instrumento: Guia de observación  Métodos e instrumentos de análisis de datos:  Método: Inferencia estadística.  Instrumento: Prueba de hipótesis.  -T Student.
--	--	---	--	--	---



ANEXO 2

*GUÍA DE OBSERVACIÓN 01*

**Influencia de la Adición de Residuos de Construcción en la Resistencia a la Flexión de Losas Aligeradas, Trujillo 2019**

<b>Tipo de Ensayo:</b>	Resistencia a la flexión	<b>Fecha:</b>	08/09/2019
<b>Numero de ensayo:</b>	Ensayo 01 – semana 6	<b>Hoja:</b>	Nº: 01

CÓDIGO DE LOSA	Diseño de mezcla	Fibra de acero	Asentamiento		TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	(pulg)
	1: 1,7: 2,2 F – S7-01	Lf: 5 kg/m3 Df: N°08	Tipo de cemento Tipo I	Slump 3”	Agregado	2,40 – 3.00

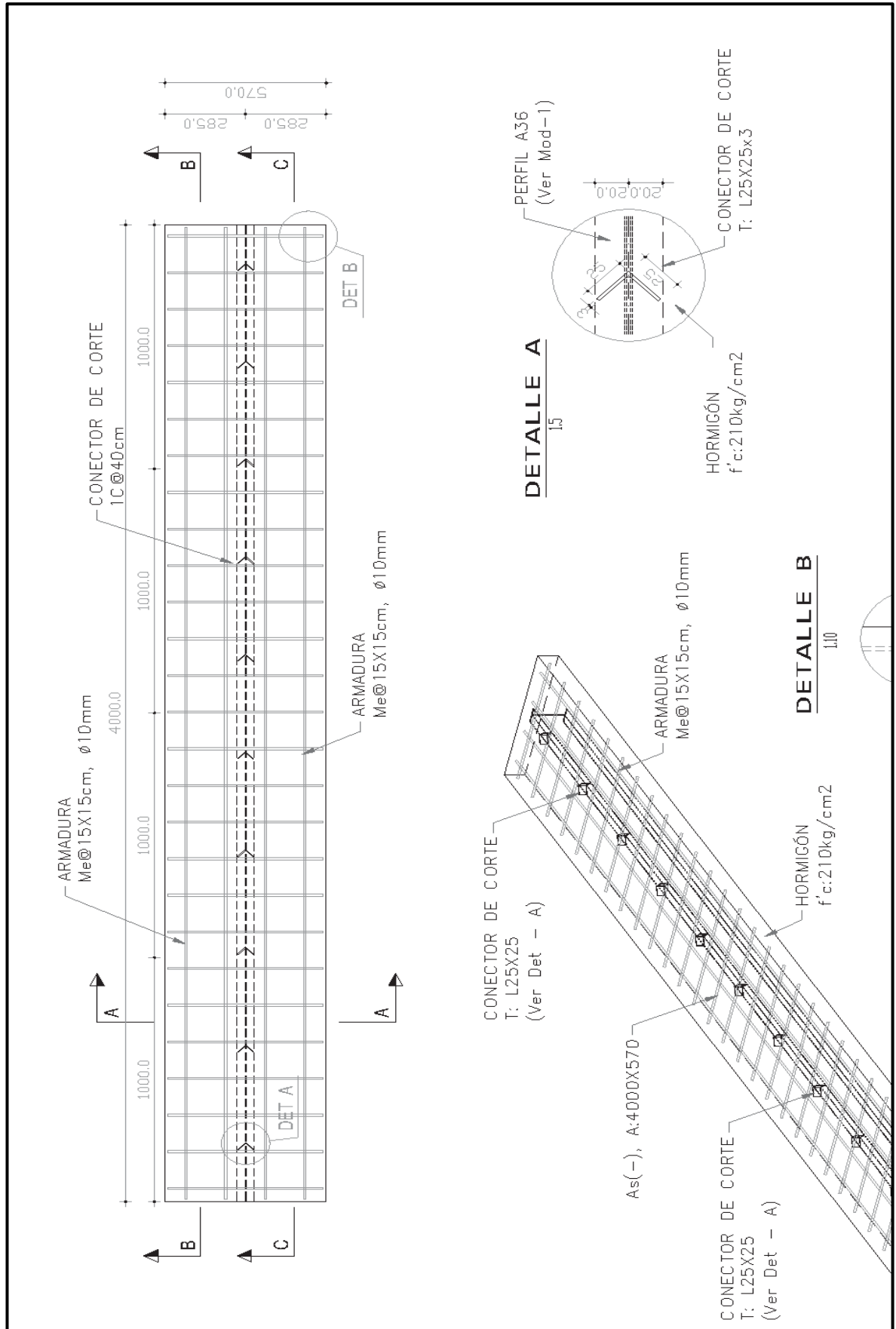
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ÍTEM	F’c	DOSIFICACIÓN (Kg/m3)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	CARGA. (Tn)	Deformación (mm)	VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE CARGA (m/s)
01	210 kg/cm2	5	100	57	10	1118	32.38	16.4
02	210 kg/cm2	10	100	57	10	1120	32.40	16.4
03	210 kg/cm2	15	100	57	10	1117	32.15	16.4
04	210 kg/cm2	20	100	57	10	2113	36.54	16.4



### ANEXO 3 EQUIPO STRAIN PARA MEDIR ESFUERZOS INTERNOS



**ANEXO 4**  
**MODELO DE PLANO PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN**



## ANEXO 5 FICHA TÉCNICA DE FIBRAS DE ALAMBRE

### ALAMBRE RECOCIDO NEGRO



#### ● Alambre Recocido Negro

Código	Calibre BWG	Diámetro mm	Rendimiento m/Kg	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Presentación Kg/Rollo Aprox.
CAR08050K	Nº 8	4,19	9,2	40	50
CAR18025K	Nº 18	1,24	105,5	40	25
CAR14025K	Nº 14	2,11	36,4	40	25

#### ● Alambre Recocido Negro

Código	Calibre BWG	Diámetro mm	Rendimiento m/Kg	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Presentación Kg/Rollo Aprox.
CAR08050K	Nº 8	4,19	9,2	40	50
CAR18025K	Nº 18	1,24	105,5	40	25
CAR14025K	Nº 14	2,11	36,4	40	25

#### ● Alambre Recocido Negro Dosificado 1 Kg

Código	Calibre BWG	Diámetro mm	Rendimiento m/Kg	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Unidades por caja	Presentación Kg/Rollo
RAR14D01K	Nº 14	2,11	36,4	40	10	1
RAR18D01K	Nº 18	1,24	105,5	40	10	1

#### ● Alambre Recocido Negro Dosificado 5 Kg

Código	Calibre BWG	Diámetro mm	Rendimiento m/Kg	Resistencia a la Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Presentación Kg/Rollo
RAR14D05K	Nº 14	2,11	36,4	40	5
RAR18D05K	Nº 18	1,24	105,5	40	5