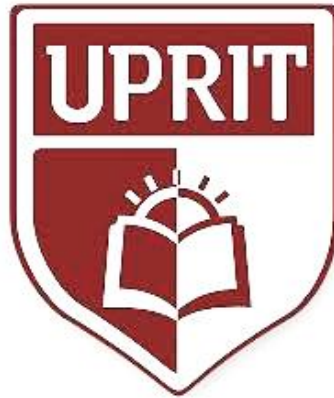


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**BASES TEORICAS PARA REALIZAR LA INVESTIGACION INFLUENCIA DE LA
ADICION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN LA RESISTENCIA A LA
FLEXION DE LOSAS ALIGERADAS CON ELEVADA DEMANDA DE
INSTALACIONES SANITARIAS, TRUJILLO - 2018**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

AUTOR:

ABELINO JAVIER HUAMÁN PINTO

TRUJILLO - PERU

2019



UNIVERSIDAD
PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

HOJA DE FIRMAS

PRESIDENTE

SECRETARIO



I. INDICE

I.	INTRODUCCION.....	4
	1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte....	6
	1.1.1. Campo temático.....	7
	1.1.2. Espacio.....	7
	1.1.3. Tiempo.....	7
	1.2. Formulación del problema.....	7
	1.3. Justificación del tema.....	7
	1.3.1. Realidad Problemática.....	7
	1.4. Objetivos.....	10
	1.4.1. Objetivo General.....	10
	1.4.2. Objetivo específicos.....	10
	1.5. Procedimientos metodológicos seguidos.....	10
	1.5.1. Instrumentos de recolección.....	10
	1.5.2. Fuentes de información.....	11
II.	RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION.....	11
	2.1. Antecedentes.....	12
	2.2. Bases teóricas.....	18
III.	CONCLUSIÓN.....	48
IV.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
V.	ANEXOS.....	52

II. RESUMEN

La presente monografía busca obtener información técnica necesaria para elaborar la investigación Influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, en Trujillo.

La presente investigación pretende reunir información para 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. Con la información se pretende evaluar en la presente investigación diferentes especímenes que simularon 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.

PALABRAS CLAVES

- Residuos de construcción.
- Resistencia a la flexión.
- Losas aligeradas.
- Instalaciones sanitarias.



III. ABSTRAC

This monograph seeks to obtain technical information necessary to elaborate the research Influence of the addition of construction waste on the flexural strength of lightened slabs with high demand for sanitary facilities, in Trujillo.

The present research aims to gather information to take advantage of the waste generated during the formwork of footings, columns, plates, beams, and others in conventional construction to improve the strength and mechanical behavior of the lightened slabs. The information is intended to evaluate in the present investigation different specimens that simulated a lightened slab with the presence of linear elements (pipes), and then study its resistance to bending after adding different percentages by weight of wire No. 08, with the foundation of incorporate construction waste with elastic properties that work as a mechanical reinforcement for lightened slabs.

KEYWORDS

- Construction waste.
- Flexural strength.
- Slabs lightened.
- Sanitation.

I. INTRODUCCION

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. Lo anterior resulta más claro al entender que al someter la losa a cargas dinámicas (sobre carga o montacargas), los esfuerzos de flexión internos en una losa de concreto se encuentran más cercanos a su resistencia última a la flexión (MR), que los esfuerzos internos de compresión contra su resistencia 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. El sistema de Holedeck dice usar un 55% menos de concreto que una losa estándar del mismo material, volviéndolo significativamente más económico y eficiente, al mismo tiempo que reduce el grosor de los cielos falsos para permitir un mayor número de pisos en edificios altos. - Holedeck es un sistema estructural que permite acomodar luces, ductos y otros equipamientos mecánicos en torno a su estructura. Según los creadores, este nuevo sistema ofrece una manera fácil de acceder, mantener y reorganizar el equipo ubicado en el techo, lo que significa que la gestión y la renovación del edificio se vuelve mucho más fácil. (Basulto, 2016)

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. Asu 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. 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. 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. (中文名, 2017)

Para la evaluación de la capacidad resistente de las losas en Alemania, se realizan cálculos plásticos, tanto a nivel de sección como de estructura. A nivel de sección se emplea el diagrama tensión-deformación plástico perfecto, tomando como referencia los valores de las características resistentes del HRFA aportados en trabajos anteriores que emplearon fibras y dosificaciones similares. A nivel de estructura se emplea el método plástico de las líneas de rotura, que relaciona el momento último de la sección la carga de colapso plástico. La campaña experimental, consiste en ensayar seis prototipos en forma de loseta circular de 2 m de diámetro, verificando el valor de la resistencia de referencia empleada en los cálculos.

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. Son elementos de hormigón de gran flexibilidad. 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. (Hermanus, 2015)

1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte

El análisis de las bases teóricas de la investigación la influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, en Trujillo. Las losas aligeradas de concreto con elevada demanda de instalaciones sanitarias. 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.

Campo Temático

- Estructuras

1.1.1. Espacio

Distrito : Trujillo

Provincia : Trujillo.

Región : La Libertad

1.1.2. Tiempo

Septiembre a noviembre del 2018.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál son las bases teóricas que permitirán realizar la investigación Influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, en Trujillo?

1.3. Justificación del Tema

1.3.1. Realidad Problemática

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 8.1×10^{-3} m³ 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.

1.3.2. Aspectos diferenciados de 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.

Durante 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, pues 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.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Redactar bases teóricas para realizar Influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, en Trujillo

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar información acerca de losas de concreto, tipos, clasificación y especificaciones.
- Evaluar información acerca de losas nervadas o aligeradas armadas en una dirección
- Buscar información acerca de residuos de construcción debido al encofrado convencional.
- Encontrar información acerca de encofrados en edificaciones convencionales y alambre número 8.

1.5. PROCEDIMIENTOS METODOLIGOS SEGUIDOS

1.5.1. Técnica de recolección

- La técnica utilizada en la presente investigación fue revisión documental y análisis al contenido de la búsqueda de información, clasificación y selección de información de Bases Teóricas, con la consiguiente toma de lectura de las condiciones, procesos y consecuencias observables, servirán de aporte importante a una solución al problema detectado.

1.5.2. Instrumentos de recolección

El instrumento empleado fue la matriz de datos la cual representa el modo y forma que utiliza el investigador para recolectar la información adecuada para su tema, utilizando:

- Ver Anexo 01°, Anexo N° 02.

1.5.3. Fuentes de Información

Corresponde a los instrumentos diferenciados para la toma de conocimientos, búsqueda y acceso a información necesaria.

- **Fuente de datos primaria:**
 - Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma E-060.
 - Investigaciones de artículos científicos en revistas indexadas acerca de la evaluación de la resistencia a la compresión en losas aligeradas.

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION

2.1 Antecedentes:

Antecedentes internacionales

Título: “Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero”,

(Julian Carrillo, 2016), Estudiar el desempeño a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero para uso en vivienda, El programa experimental incluyó ensayos a flexión de ocho losas cuadradas de concreto de

600 mm de lado y 100 mm de espesor; seis losas con tres dosificaciones diferentes de fibra de acero (5, 9 y 18 kg/m³, dos losas para cada dosificación), y dos losas de concreto simple. La investigación incluye la discusión no solo de las correlaciones entre las propiedades mecánicas y los parámetros de diseño del concreto reforzado con fibras de acero, sino también de las curvas carga-deflexión y las curvas tenacidad-deflexión de las losas de concreto reforzadas con las diferentes dosificaciones de fibra de acero. Se determinó que el módulo de elasticidad disminuye cuando incrementa la dosificación de fibras. También se observó una disminución 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.

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.

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

(López, 2015), 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. Las adiciones de una proporción de fibras de acero activan un comportamiento

dúctil, se forman microgrietas que conectadas entre si forman grietas más grandes, además de aumentar la carga máxima. 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 flexotracción, es la diferencia de resistencia entre el hormigón con solo nano adiciones ante los hormigones con nano adiciones y fibras de acero (20 kg/m³ y 40 kg/m³); 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 flexotracción 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.

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

(Higuera, 2017) Evaluar el desempeño de losas de contrapiso de 0.10 m de espesor, fabricadas con concreto reforzado con tres dosificaciones de fibras de acero (5, 9 y 18 kg/m³), 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/m². 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 incluyó 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). 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/m³ se obtuvo un incremento de 10.72%, la de 9kg/m³ un aumento de 7.77% y para la de 18kg/m³ 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/m³ y 18kg/m³.

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 al 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.

Antecedentes Nacionales

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

(BARBOZA, 2015) 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 kg/m^3 , 50 kg/m^3 y 70 kg/m^3 de fibra, Teniendo como constante el uso de Sikament 290N en la proporción de 0.8% del peso del Cemento. Se elaboraron 135 especímenes de concreto, de los cuales 35 fueron cilíndricos y 100 prismáticos, para un $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, ensayados a los 28 días tanto a compresión como a flexión. Los resultados experimentales mostraron una disminución de la consistencia cuando se usó fibra y por ende también una disminución de 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 incrementa moderadamente con la adición de fibras, sin embargo, 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 30 kg/m^3 , 50 kg/m^3 y 70 kg/m^3 , 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.

Título: “Resistencia a compresión uniaxial de concreto $f'_c=175$ kg/cm² de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, 2016”,

(Aguirre, 2016) Determinar la Resistencia a Compresión uniaxial del concreto $F'_c = 175$ kg/cm², con adición de Fibras de Polipropileno en proporciones de 0.10%, 0.17% y 0.25%, se preparó una mezcla patrón de concreto de $f'_c = 175$ kg/cm² 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. 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. Todos los porcentajes de 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/cm², 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.

Título: “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, Angaraes, Huancavelica”.

(CUTTI HUALLPA, 2015) 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. 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 elevo 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.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 LOSAS DE CONCRETO

Las losas son elementos estructurales bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión. (Harmsen, 2005, pág. 11).

2.2.1.1 Funciones

Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

- **Función arquitectónica:** Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.
- **Función estructural:** Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además, forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto. (Ortega, 2014)

2.2.1.2 Tipos de Losas

Las losas pueden estar soportadas perimetral e interiormente por vigas monolíticas de mayor peralte, por vigas de otros materiales independientes o

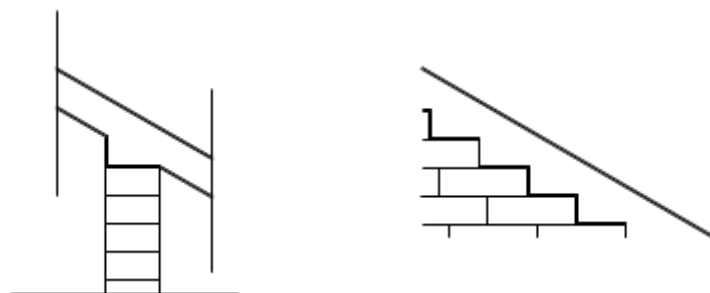
integradas a la losa; o soportadas por muros de concreto, muros de mampostería o muros de otro material, en cuyo caso se las llama losas sustentadas sobre vigas o losas sustentadas sobre muros, respectivamente.

a) **Losas planas:** Las losas pueden sustentarse directamente sobre las columnas, llamándose en este caso losas planas, que en su forma tradicional no son adecuadas para zonas de alto riesgo sísmico como las existentes en nuestro país, pues no disponen de capacidad resistente suficiente para incursionar dentro del rango inelástico de comportamiento de los materiales, con lo que se limita considerablemente su ductilidad. pueden utilizarse capiteles y ábacos para mejorar la integración de las losas planas con las columnas, y para mejorar la resistencia de las losas al punzonamiento.

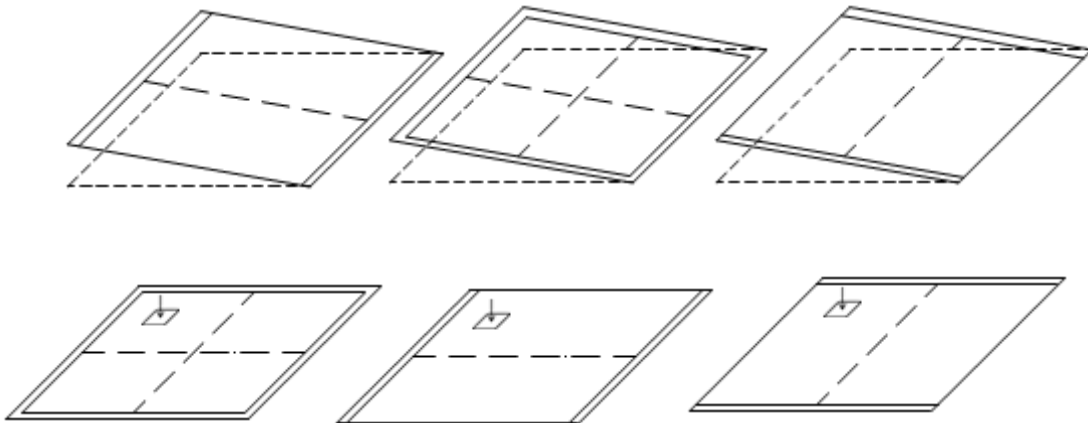
b) **Losas inclinadas:** Las losas inclinadas tiene una pendiente característica que no superan el 27° , La inclinación del plano medio de una losa no altera su modelo de comportamiento, salvo que esa inclinación sea tan importante que se deba considerar el trabajo de la lámina como viga de gran altura. (SCHINCA,2007)

La inclinación del plano medio de una losa no altera su modelo de comportamiento, salvo que esa inclinación sea tan importante que se deba considerar el trabajo de la lámina como viga de gran altura.1

En todos los casos si las cargas son gravitatorias las descargas serán verticales. Cuando el apoyo se produce sobre muros de obra de fábrica, la construcción debe garantizar que se realiza sobre un plano horizontal por lo cual surgen dos detalles genéricos:



Si la pendiente de la losa no supera el 27% (15°) es factible trabajar con el esquema horizontal es decir que se trabajan con las luces medidas en planta y con las cargas evaluadas por metro cuadrado horizontal tanto para la determinación de las sollicitaciones como para la estimación de las descargas.

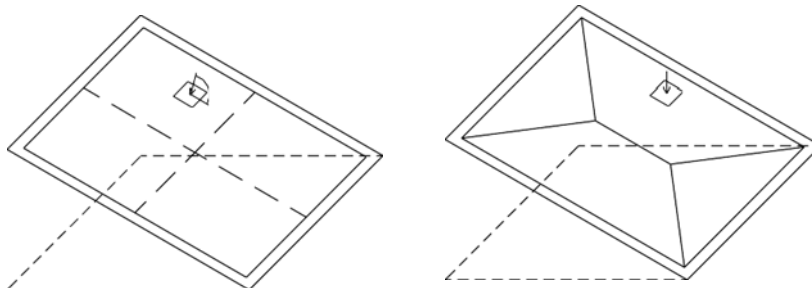


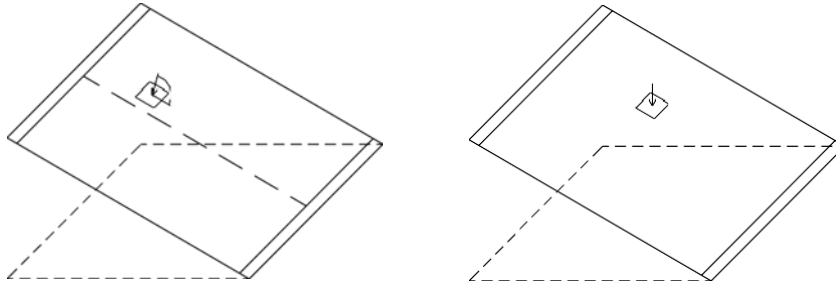
La resolución del segundo caso de losa apoyada sobre lados paralelos resulta independiente de la pendiente ya que el eje de la faja representativa de este caso es horizontal. Si la pendiente es mayor y los apoyos son muros debe tenerse en cuenta que la descarga que se obtiene es por metro inclinado y que para el estudio del muro se debe considerar la descarga por metro horizontal.

Para pendientes mayores, se debe trabajar con las luces reales. Para los flectores se deben tomar como cargas las componentes de las acciones normales al plano medio de la losa, para las descargas se debe tomar como carga a la acción vertical.

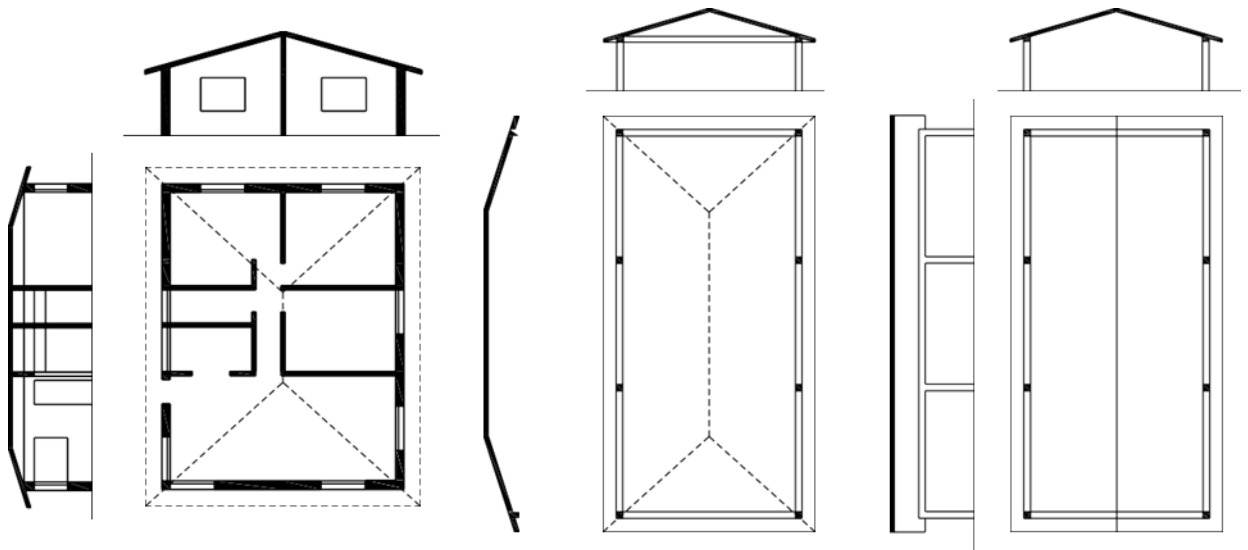
ESQUEMAS PARA FLECTORES

ESQUEMAS PARA DESCARGA





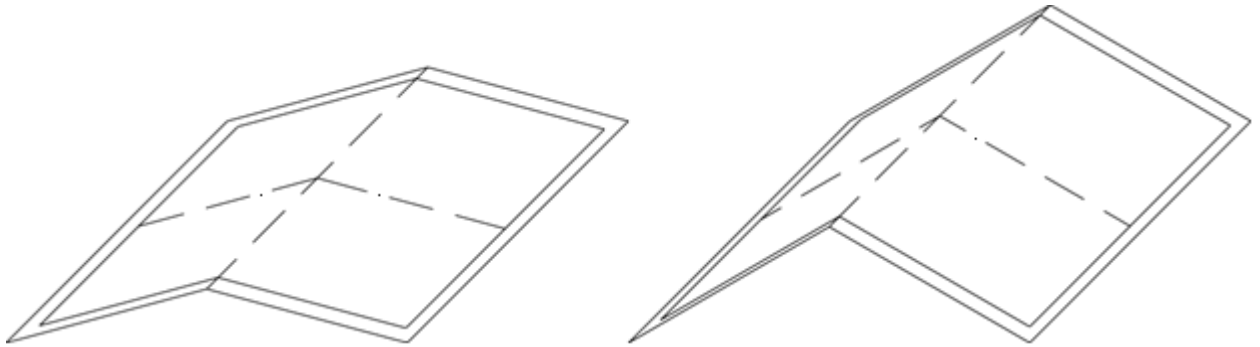
c) **Losas quebradas:** Se refiere a losas inclinadas cuyo plano medio cambia de pendiente, quiebra, formando aristas que no coinciden con los apoyos verticales. (SCHINCA,2007)



De acuerdo a la importancia del cambio de pendiente que se produce en el quiebre cada losa resultará subdividida en varias o no. La subdivisión se genera cuando la arista de pliegue se constituye en un apoyo.

La arista de pliegue se deforma como parte de la losa, pero el ángulo entre los faldones condiciona esa deformación.

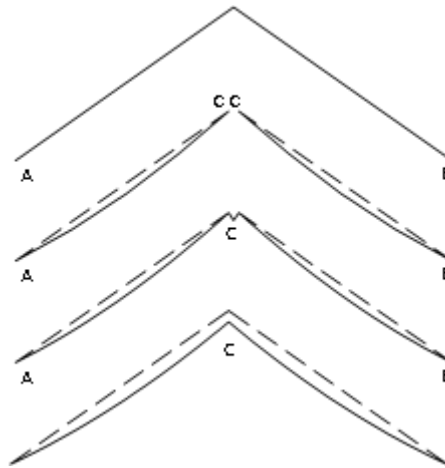
Para comprender lo que sucede se pueden analizar en paralelo dos situaciones de una losa apoyada en todo su perímetro, presentando ángulos distintos entre los faldones.



Tomando cortes por el plano medio se tiene que para que el punto C descienda las distancias AC y BC deben disminuir, esto se logra por la deformación de la losa en su plano, al curvarse AC y BC.

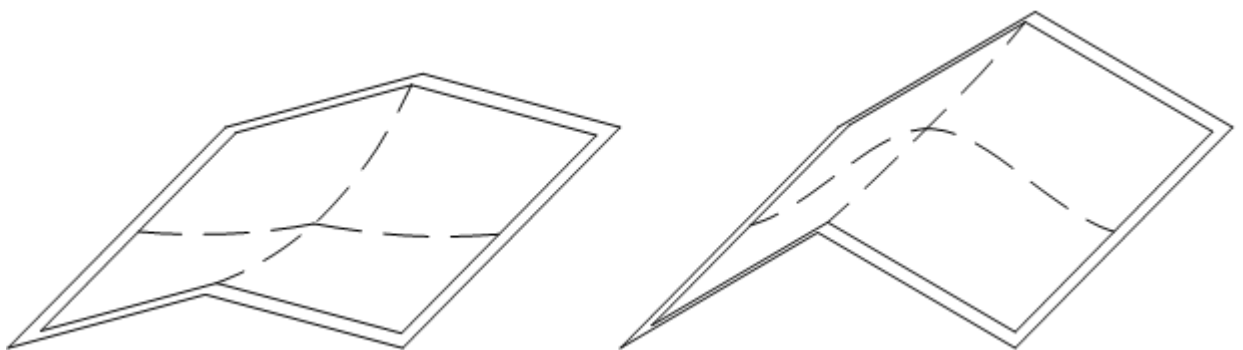
Esta deformación de la losa en su plano permite distintos descensos para el punto C según el valor del ángulo que forman los dos faldones entre sí.

En una primera situación se dibuja la deformación de cada faldón en forma independiente, expresando la posición en que quedaría el punto C en cada uno debido a la disminución de su distancia con los puntos fijos. Luego, como el punto C debe ser único se hace girar cada parte hasta que coincidan los puntos C.



De la comparación entre los dos casos surge que al disminuir el ángulo entre los faldones el punto C desciende menos, esto en términos del comportamiento de la losa significa que a medida que disminuye el ángulo entre los faldones la arista de quiebre se va comportando con mayor rigidez.

La deformación global de la losa se ve afectada. Cuando el ángulo entre los dos faldones tiende a 180° la deformación es muy similar a la que se produciría en una losa plana. A medida que el ángulo se va apartando de los 180° la deformación se aproxima a la de dos losas continuas que tienen a la arista de quiebre como apoyo común.



Para ángulos comprendidos entre 180° y 150° no existen dudas sobre que se

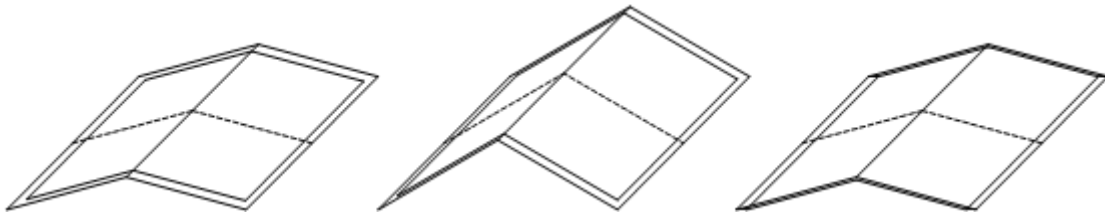
puede admitir el comportamiento como si se tratase de una única losa plana. Para ángulos menores a 120° se debe modelizar considerando el mutuo apoyo en la arista de quiebre.



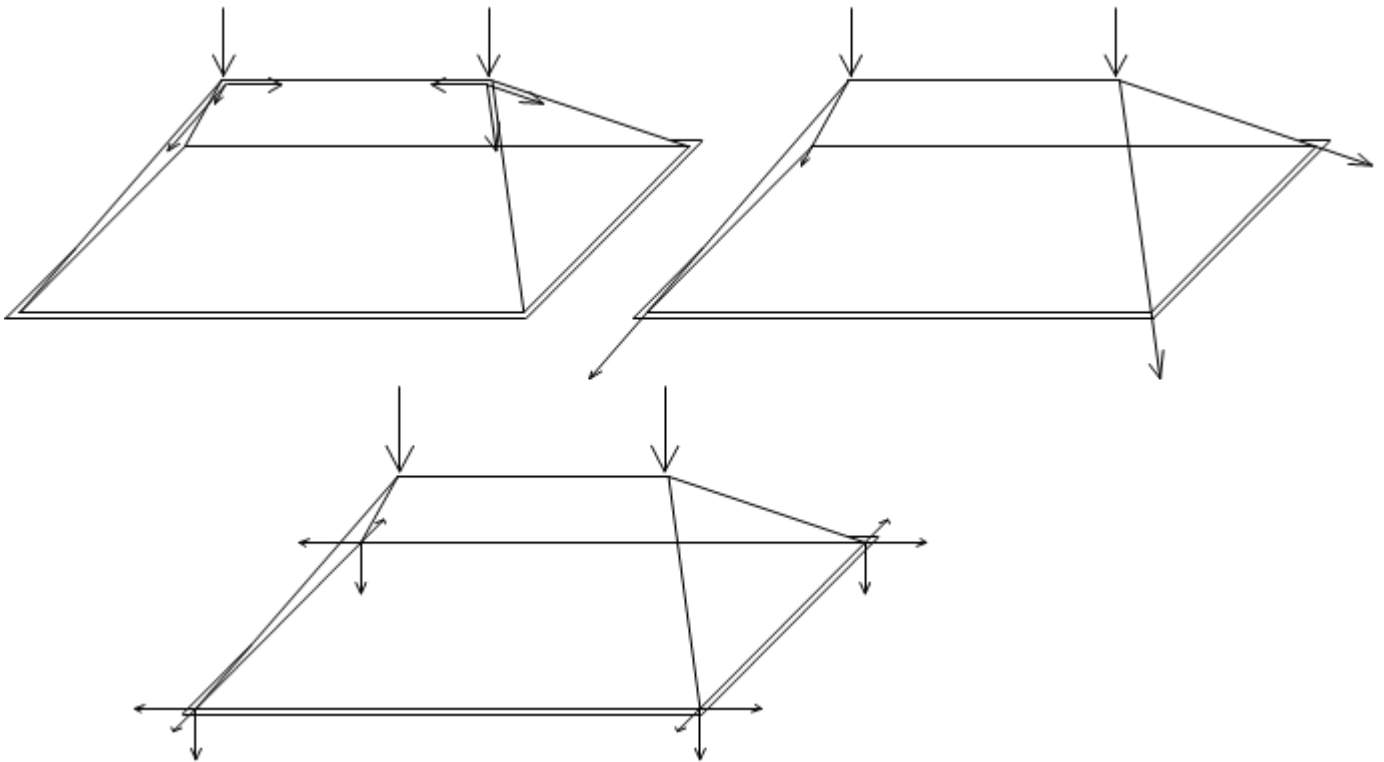
Combinando el análisis precedente con lo visto en el capítulo anterior sobre la incidencia de la pendiente del plano medio de la losa se puede proceder a la determinación de momentos flectores y descargas.

Frente a cargas gravitatorias las descargas se considerarán verticales salvo en el caso en el que las aristas de quiebre, funcionando como mutuo apoyo entre faldones, no tengan sus extremos sobre apoyos verticales.

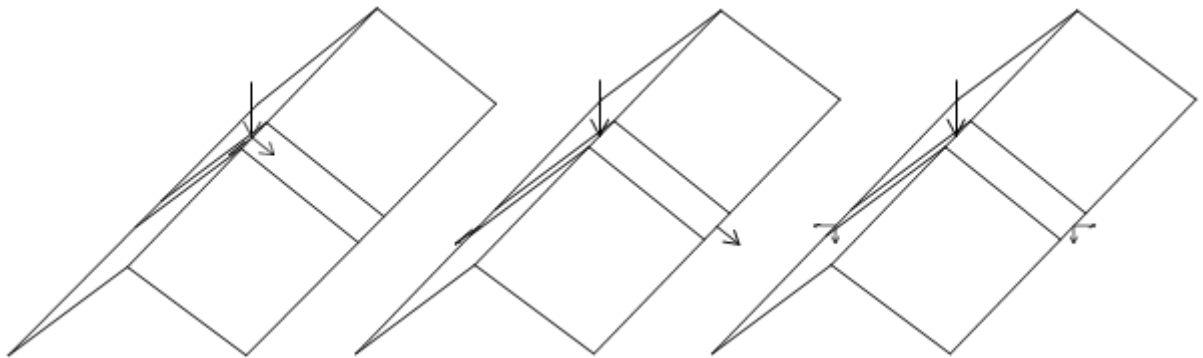
En los siguientes casos las descargas serán verticales:



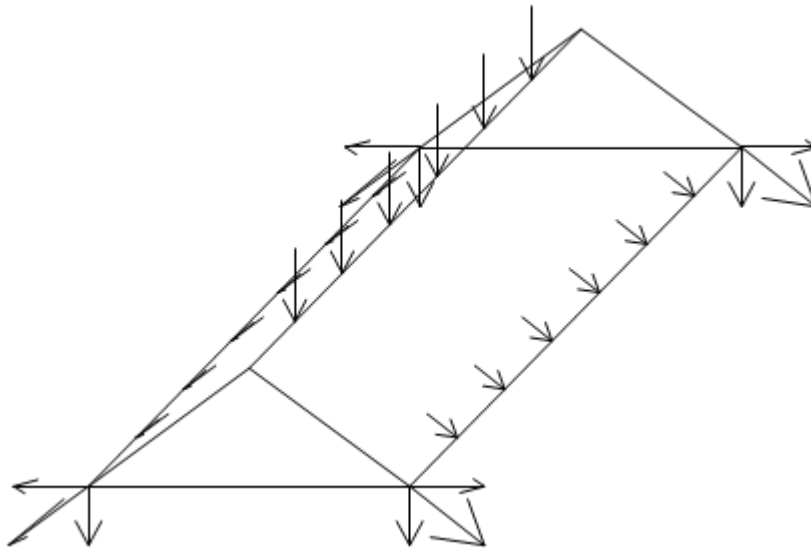
En este otro caso las descargas que producen las tres aristas de quiebre en su punto de encuentro se descomponen en tres fuerzas según las tres direcciones concurrentes. Las horizontales se equilibran comprimiendo a la cumbrera y las inclinadas se transmiten a los vértices de la planta donde se deberán proyectar apoyos capaces de absorberlas, por ejemplo, un elemento vertical en compresión y dos horizontales en tracción de acuerdo a lo que surge de la descomposición de la descarga.



Lo mismo sucede en el caso del plegado simple de una losa sobre apoyos paralelos.



En este caso se puede modelizar cada faldón de losa como viga en su plano. Esta viga puede conducir la descarga inclinada hacia apoyos puntuales en los que se produce el equilibrio con fuerzas horizontales y verticales.



El dimensionado se resuelve en función de la forma de la planta, los apoyos y las continuidades que resultan para cada losa.

La organización de armaduras debe dibujarse por cortes rebatidos que reflejen las pendientes de las losas y los quiebres. En los quiebres se considerarán los empalmes derivados de la resolución del cambio de dirección de la tracción.

Debido a que los cambios de pendientes y los quiebres dan por resultado una gran variedad de longitudes para las barras de acero se prefiere no doblar barras cuando la tracción cambia de cara y utilizar mallas independientes en una cara y otra de la losa.

Para una misma planta se presentan dos ejemplos según que los cambios de pendiente hayan convertido a las aristas de quiebre en apoyos intermedios o no.

d) **Losas de vigas embebidas:** Las losas planas pueden mejorar relativamente su comportamiento ante los sismos, mediante la incorporación de vigas embebidas o vigas banda, con ductilidades apropiadas, en cuyo caso se llaman losas planas con vigas embebidas, que pueden ser útiles para edificios de hasta 4 pisos, con luces y cargas pequeñas y medianas.

e) **Losas bidireccionales:** Si la geometría de la losa y el tipo de apoyo determinan que las magnitudes de los esfuerzos en dos direcciones ortogonales sean comparables, se denominan losas bidireccionales. si los esfuerzos en una

dirección son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, se llaman losas unidireccionales.

f) **Losas macizas y aligeradas:** Cuando el concreto ocupa todo el espesor de la losa se la llama 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. Las losas alivianadas son las más populares por lo que, a pesar de que los códigos de diseño prácticamente no las toman en consideración, en este documento se realizará un análisis detallado de las especificaciones que les son aplicables. Los alivianamientos se pueden conseguir mediante mampuestos aligerados de concreto (son los de mayor uso en nuestro medio), cerámica aligerada, formaletas plásticas recuperables o formaletas de madera. (Ortega, 2014).

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.

Tradicionalmente, el refuerzo y mejora de estructuras de acero ha sido relativamente fácil. Gracias al uso de uniones soldadas o mecánicas, 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^{18,39}, 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 termorrígidos. 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 termorrígido como una resina epoxi, el polidiciclopentadieno, o una poliimida. 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 Shahawy²⁵, 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.

2.2.1.3 Clasificación según la dirección de la carga

a. Losas Unidireccionales:

Las Losas Unidireccionales se comportan básicamente como vigas anchas, que se suelen diseñar tomando como referencia una franja de ancho unitario (un metro de ancho). Cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos opuestos, y carecen de apoyo en los otros dos bordes restantes, trabajan y se diseñan como losas unidireccionales.

Cuando la losa rectangular se apoya en sus cuatro lados (sobre vigas o sobre muros), y la relación largo / ancho es mayor o igual a 2, la losa trabaja fundamentalmente en la dirección más corta, y se la suele diseñar

unidireccionalmente, aunque se debe proveer un mínimo de armado en la dirección ortogonal (dirección larga), particularmente en la zona cercana a los apoyos, donde siempre se desarrollan 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:

Cuando las losas se sustentan en dos direcciones ortogonales, se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, recibiendo el nombre de Losas Bidireccionales.

La ecuación general que describe el comportamiento de las losas bidireccionales macizas, de espesor constante, es conocida como la Ecuación de Lagrange o Ecuación de Placas.

La ecuación de Lagrange utiliza como fundamento la Ley de Deformación Plana de Kirchhoff que establece que una placa plana delgada, sometida a cargas perpendiculares a su plano principal, se deformará de modo que todos los puntos materiales que pertenecen a una recta normal a la superficie sin deformarse permanecerán 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).

Es importante notar que las deformaciones producidas por flexión en una de las direcciones generan 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.

Las solicitaciones de diseño para las losas bidireccionales dependen de las

cargas y las condiciones de apoyo. 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. (Blanco, 2011, pág. 15-16).

2.2.1.4 Especificaciones Codificadas para Losas

a) Deflexiones Máximas en Losas: El Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI definen deflexiones máximas calculadas para losas macizas y nervadas que varían desde $L_n/180$ hasta $L_n/480$, dependiendo del uso de la losa.

b) Altura Mínima de Vigas o Losas en una Dirección Cuando no se Calculan Deflexiones: El Reglamento Nacional de Edificaciones y el ACI también especifican 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 espesor constante (losas macizas), cuando se utilice 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 espesor constante, cuando se utilice acero de refuerzo con $F_y = 4200$ Kg/cm², la cuantía mínima para resistir cambios temperatura y retracción de fraguado ρ mín será de 0.0018, y los espaciamientos serán similares al punto anterior. En losas nervadas, la cuantía mínima de flexión $\rho_{mín}$ se calculará mediante la siguiente expresión:

El armado en losas nervadas se calculará tomando como ancho 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 espesor constante.

La diferencia entre las especificaciones para losas nervadas y para losas macizas se produce porque los nervios de las losas nervadas se comportan fundamentalmente 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. $\rho_{máx} = 0.75 \rho_b$ (si las losas no resisten sismo) $\rho_{máx} = 0.50 \rho_b$ (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: Se admiten aberturas en losas si se demuestra mediante análisis que la resistencia proporcionada es apropiada. No se requerirá de análisis especial por la presencia de una abertura en la zona central siempre que se mantenga la cantidad total de refuerzo requerido en el tablero sin la abertura. El refuerzo eliminado por la presencia de la abertura deberá colocárselo alrededor

de la abertura, armando nervios o vigas embebidas de borde. (Abanto, 2012, pág. 242).

2.2.1.5 Losas Nervadas o Aligeradas Armadas en una Dirección

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. 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 (Harmsen, 2005, pág. 228-231). Los ladrillos utilizados en losas aligeradas pueden ser de arcilla o concreto.

a. Comportamiento de la Losa Aligerada: 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.

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 (Abanto, 2012, pág. 242).

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):

El espaciamiento máximo de varillas para momento negativo en la parte superior de la losa será limitado por (NTE-E.060-9.7; Abanto, 2012, pág. 251)

- **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. 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 (Covarrubias, 2008), las fuerzas de tracción se reducen significativamente en la losa. 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°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°C , rigidez del hormigón de 290.000 Kg/cm², 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.

2.2.1.6 Sistemas de Drenaje Domestico

Según (Enríquez, 2004, pág. 220-233):

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.

2.2.2 Residuos de Construcción debido al Encofrado Convencional

2.2.2.1 Impacto en el medio ambiente de los residuos de construcción

La actividad de la construcción y de la demolición genera residuos sólidos, que se denominan RCD, “Residuos de la Construcción y Demolición”. En general, es reconocido que estos residuos presentan bajo riesgo a la salud humana y al ambiente, en relación con los residuos sólidos municipales. La problemática fundamental de gestión y disposición de los mismos se refiere a su gran volumen, y, por lo tanto, a los costos de transporte y al espacio necesario disponible que ello implica. No obstante, se debe considerar una fracción de residuos peligrosos en su composición que habrá que gestionar adecuadamente a fin de prevenir daños ambientales.

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. (Aranda, 2014, pág. 2-16).

a. Según su 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.

2.2.2.2 Encofrados en Edificaciones

Se le llama encofrado al molde destinado a darle al hormigón la forma y la dimensión deseada. Se compone de dos tipos de elementos distintos contruidos para que el desencofrado resulte fácil y cómodo; estos son los elementos de molde y los elementos de refuerzo. Estos dos elementos deben estar en condiciones de soportar, sin deformación perjudicial o visible, las cargas a que se les someta durante la ejecución. (Loja, 2015 pág. 8-26).

Encofrados Convencionales

El encofrado convencional es una actividad en la construcción de viviendas. Son moldes de madera que tienen como función soportar elementos estructurales de concreto armado durante el proceso de vaciado y fraguado del concreto (GORDILLO ET ALL, 2014).

Sistemas de encofrado

a. Sistema tradicional, cuando se elabora en obra utilizando piezas de madera aserrada y rolliza o contrachapado, es fácil de montar, pero de lenta ejecución cuando las estructuras son grandes. Se usa principalmente en obras de poca o mediana importancia, donde los costes de mano de obra son menores que los del alquiler de encofrados modulares. Dada su flexibilidad para producir casi cualquier forma, se usan bastante en combinación con otros sistemas de encofrado.

b. Encofrado modular o sistema normalizado, 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, es un sistema que se utiliza para construcciones de estructuras verticales u horizontales de sección constante o sensiblemente similares, permitiendo reutilizar 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, se denomina al que no se recupera para posteriores usos, permaneciendo solidariamente unido al elemento estructural. 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

Habitualmente se han empleado encofrados de madera, que permiten una gran versatilidad en formas, pero actualmente se emplean mucho los metálicos, especialmente en piezas de formas geométricas sencillas, para encofrar pilares o muros completos. También se emplean encofrados de cartón, en pilares de planta circular. Una variedad importante son los llamados encofrados perdidos, en los que el material que sirve de molde queda formando parte de la obra. (Erakunde, 2015, pág. 35-83)

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 creación de un cajón de madera que servirá de molde / cubeta para la viga, el hormigón será vaciado dentro del molde y cuando este 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 costados de los encofrados de columnas están formados por tablas de 1" o de 1.1/2" de espesor 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 diversos, según el tipo de vigas de que se trate (peraltadas hacia abajo, invertidas, chatas, de borde, etc.) Cabe, además, distinguir entre 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 elaborar estructuras de hormigón en masa, como este no puede absorber esfuerzos muy grandes de tracción y torsión, las primeras estructuras se trataban de 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.

i. Las fibras de acero:

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. 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 (Marmol, 2010). 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, γ_s ; es decir, 7850 kg/m³. El parámetro V_f se expresa usualmente en porcentaje.

Características mecánicas del CRFA

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). En los concretos jóvenes (antes de los 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 (Marmol, 2010). La resistencia por compresión diametral y su deformación unitaria se mantienen casi constantes para el concreto simple (CS) y el CRFA, ya 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, ya 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 (Carrillo et al., 2014).

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 (Carrillo et al., 2012). 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).

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. 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 (ACHE, 2000). 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 (Hannant, 1978).

2.2.2.3 Alambre de construcción N° 08

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. (Homecenter, 2017, pág. 1- 4)

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 ± 0.15 mm
- Resistencia a la Tracción (R): 32 - 45.9 Kg/mm²

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.

III. CONCLUSION

- Se redactaron las bases teóricas para realizar la investigación influencia de la adición de residuos de construcción en la resistencia a la flexión de losas aligeradas con elevada demanda de instalaciones sanitarias, en Trujillo.
- Se identificó la información acerca de losas de concreto, tipos, clasificación y especificaciones.
- Se evaluó la información acerca de losas nervadas o aligeradas armadas en una dirección
- Se encontró información acerca de residuos de construcción debido al encofrado convencional.
- Se encontró información acerca de encofrados en edificaciones convencionales y alambre número 8.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

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 $f'c=175$ kg/cm² 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 " $f'c=280$ kg/cm²*. 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). *Análisis 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 de pet y su comportamiento en una matriz de concreto*”. Mexico: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

Schinca, Lassus, Fernandez, Rischewski, Domingo, Nocetti, Solares y Merlo (2007). “Losas 3 casos particulares”
https://www.academia.edu/37065643/estabilidad_de_las_construcciones_iii_losas_1_casos_de_losas_aisladas_cuerpo_docente_de_estabilidad_iii_2007

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 alivianada 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.

V. ANEXOS

ANEXO N° 1

Ítems	TEMA	AUTOR	Documento	FUENTE
1	Ensayos A Flexión De Losas De Concreto Sobre Terreno Reforzadas Con Fibras De Acero	Julián Carrillo, 2016	Artículo científico	Ingeniería Investigación y Tecnología., 14.
2	Estudio Numérico-Experimental De Fibras De PET Y Acero En Su Comportamiento En Una Matriz De Concreto	López, 2015	Tesis Posgrado	Mexico: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.
3	Aplicación De Concreto Reforzado Con Fibras De Acero En Losas De Contrapiso Para Viviendas De Interés Social	Higuera, 2017	Tesis Pregrado	Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
4	Determinación De La Influencia De La Fibra De Acero En El Esfuerzo A Flexión Del Concreto Para Un "F'c=280 Kg/Cm2	Barboza, 2015	Tesis Pregrado	Peru: Universidad Nacional de Cajamarca.
5	Resistencia A Compresión Uniaxial De Concreto F'c=175 Kg/Cm2 De Agregados De Cerro Con La Adición De Fibras De Polipropileno, 2016	Aguirre, 2016	Tesis Pregrado	Cajamarca, Perú: UPN.
6	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, Angaraes, Huancavelica	Cutti Huallpa, 2015	Tesis Pregrado.	Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

ANEXO N° 2

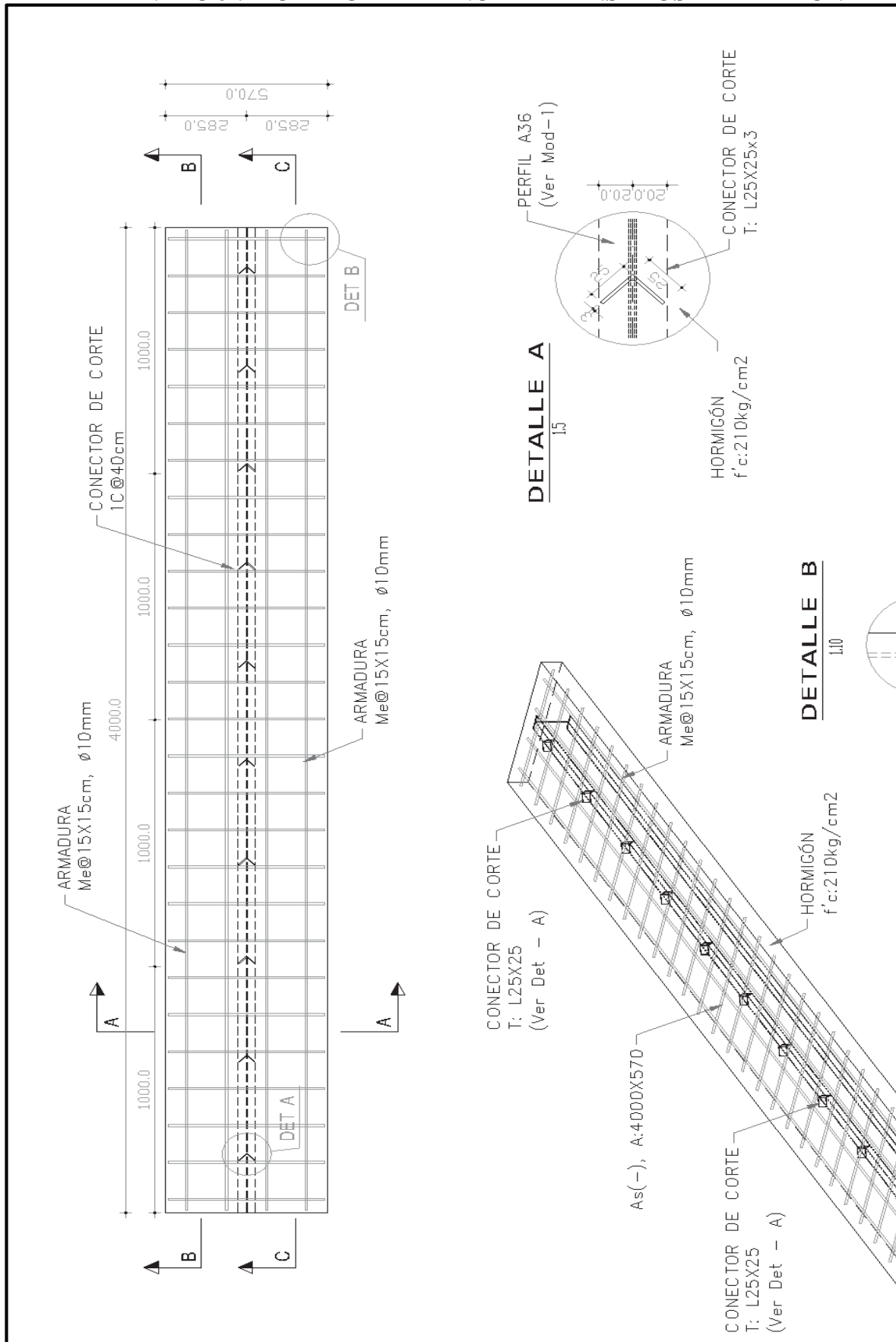
MATRIZ DE DATOS

Ítems	TEMA	AUTOR	Documento	FUENTE
7	<i>Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería</i>	Abanto, C. (2012)	Libro	Editorial San Marcos E.I.R.L.
8	<i>Resistencia a compresión uniaxial del concreto $f'c=175$ kg/cm² de agregados de cerro con la adición de diferentes porcentajes de fibras de polipropileno, UPN - 2016".</i> Cajamarca, Perú	Aguirre, J. Y. (2016)	Tesis Pregrado	Repositorio de tesis Universidad Privada del Norte. http://hdl.handle.net/11537/9984
9	<i>Diseño y Análisis de Losas de Hormigón-Losas Compuestas.</i>	Aranda, L. (2014)	Libro	Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.
10	<i>Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un "$f'c=280$ kg/cm². Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.</i>	Barboza, S. L. (2015)	Tesis Pregrado	Repositorio de tesis Universidad Nacional de Cajamarca. URI: http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/636
11	<i>Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sótanos y Cinco pisos, ubicado en San Isidro - Lima. Lima: PUCP.</i>	Blanco, A. (2011)	Tesis Pregrado	Repositorio de tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/882
12	<i>Análisis Comparativo de Costos y Eficiencia de Edificios en Diferentes Materiales.</i>	Carrillo, V. (2014)	Tesis Pregrado	Ecuador: Universidad de Cuenca http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/713



13	<i>Estudio experimental sobre el comportamiento de losas con alma de poliestireno expandido y mallas sujetas a cargas verticales.</i>	Dulce M. Aguilar H., J. C. (2014)	Tesis Pregrado	<i>Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural</i> , 13
14	<i>HAUSJOURNAL</i>	Hermanus, M. (14 de 08 de 2015)	Artículo científico	http://www.hausjournal.net/stahlbetondecke

ANEXO 3 : MODELO DE PLANO PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN



ANEXO 4 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 ²	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 ²	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 ²	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 ²	Presentación Kg/Rollo
RAR14D05K	Nº 14	2,11	36,4	40	5
RAR18D05K	Nº 18	1,24	105,5	40	5